~~Gb. II 108-9~~

2 Bde.
(2 Thl. 8 ngr)

K

Astr.
0 3/1.

Bailly's

Geſchichte

der

neuern Aſtronomie.

BIBLIOTHECA BAMBERGENSIS

Erſter Band

Von der Stiftung der alexandriniſchen Schule bis zu ihrem Untergange.

Magni animi res fuit, rerum naturae latebras dimouere, nec contentum eſſe exteriori conſpectu, introſpicere et in deorum ſecreta deſcendere.

Seneca Quaeſt. nat. L. *VI*, c. 5.

Mit dreizehen Kupfertafeln.

Leipzig,
im Schwickertſchen Verlage
1796.

Staats-
Bibliothek
Bamberg

Sr. Wohlgebornen

dem

Herrn Hofrath und Profeſſor

Zimmermann

in

Braunſchweig.

Meinem verehrungswürdigen Lehrer.

Wohlgeborner,

Hochzuverehrender, Herr Hofrath,

Erlauben Sie gütigſt, verehrungswürdiger Herr Hofrath, daß ich es wage, Ihnen gegenwärtige Ueberſetzung als ein Zeichen meiner innigſten Hochachtung zuzueignen. Es war mir unmöglich, dieſe Gelegenheit unbenutzt zu laſſen, Ew. Wohlgeb. öffentlich für ihre Gewogenheit und gütige Freundſchaft, womit Sie mich, ſeit ich das Glück hatte, Ihnen bekannt zu werden, beehrten, meinen wärmſten Dank abzuſtatten. Ew. Wohlgeb. aufmunternden und Zutraun einflößenden Betragen verdanke ich es, daß ich die Schwierigkeiten, deren ſich mir beim Anfange meiner wiſſenſchaftlichen Laufbahn ſo viele zeigten, glücklich überwand, daß ich in die günſtige Lage geſetzt wurde, den lehrreichen Unterricht der Herren Käſtner, Lichtenberg, Pfaff und anderer großen Männer zu genieſſen, und dadurch fähig gemacht wurde, zur Aufnahme der Wiſſenſchaften

in hieſigen Gegenden, woran die Herren Unternehmer des Reichenauer Seminariums und vorzüglich der Hr. Bundspräſ. v. Tſcharner mit ſo vieler Aufopferung arbeiten, in Geſellſchaft und unter der erfahrnen Leitung des alten würdigen H. Prof. Neſemann nach meinen geringen Kräften mitzuwirken. Immer werde ich mich Ew. Wohlgeb. ſchmeichelhaften Zutrauens zu mir erinnern um mich durch anhaltenden Eifer in meinem Wirkungskreiſe deſſelben ſtets würdiger zu machen. Mit den herzlichſten Wünſchen für die Erhaltung Ihrer, dem gelehrten Publikum und beſonders den braunſchweigiſchen Landen und ihrer würdigen Familie ſo theuren Geſundheit bin ich mit der tiefſten Hochachtung,

Ew. Wohlgeb.

Dankbar gehorſamſter Diener

J. M. C. Bartels.

Vorrede des Ueberſetzers.

Ungeachtet man ſo ziemlich allgemein zugeſteht, daß das Studium der Mathematik auf die Ausbildung des Verſtandes den wichtigſten Einfluß hat, und alſo beſonders für Studirende, deren Hauptbeſchäftigung im Denken beſteht, vom größten Nutzen iſt, ſo wird doch dieſe Wiſſenſchaft bei weitem nicht ſo allgemein ſtudirt, als man zufolge jener Ueberzeugung erwarten ſollte. Die Urſache davon liegt freilich hauptſächlich in dem faſt gänzlichen Mangel an mathematiſchen Unterrichte auf Gymnaſien. Denn wird hier auch die Mathematik gelehrt, ſo geſchieht dieß gemeiniglich von einem zu andern Fächern beſtimmten Lehrer, der vielleicht erſt beim Vortrage die Wiſſenſchaft ſelbſt lernt, wodurch denn natürlich bei den Schülern der Geſchmack für Mathematik nicht nur nicht befördert, ſondern nicht ſelten ein vielleicht nie auszulöſchender Widerwille dagegen hervorgebracht wird. Allein ſelbſt in ſolchen Anſtalten, die das Glück haben, einen gründlichen mathematiſchen Lehrer zu beſitzen, iſt die Anzahl derer, die am Studium der Mathematik wirklich Vergnügen finden, dennoch faſt immer ſehr gering. Sollte dieß nicht überhaupt an der Methode liegen, deren man ſich beim Vortrage derſelben bedient? — Gewöhnlich macht man mit der reinen Mathematik den Anfang, was ſicher bei Köp-

fen, die einer ſo ausdauernden Geduld fähig ſind, der langen Reihe von Schlüſſen, woraus ſowohl die Arithmetik als Geometrie beſteht, ununterbrochen zu folgen der beſte Weg iſt. Allein die reine Mathematik, alles Schmucks der Einbildungskraft unfähig, hat keine andere Reize, als ihre kalte Strenge, die den lebhaften Jüngling mehr abſchreckt als anzieht. Auch wirkt faſt jede andere Wiſſenſchaft, auſſer der ſpekulativen Mathematik und Philoſophie, mehr oder weniger auf Herz und Empfindung, und gewährt bei mäßig anhaltender Anſtrengung einen größern oder wenigſtens unmittelbarern Genuß, als die reine Mathematik; ein Vorzug, den die meiſten Wiſſenſchaften ſelbſt dann noch vor der Mathematik behaupten, wenn man auch die abſtrakten mathematiſchen Sätze durch Anwendung auf Rechnungen des gemeinen Lebens, Feldmeßkunſt, ꝛc. intereſſanter zu machen ſucht.

Dieſem Hinderniſſe, das ſich wegen der von dem Vortrage der reinen Mathematik unzertrennlichen Trockenheit, der Ausbreitung des Geſchmacks für dieſe Wiſſenſchaft entgegenſtellt, könnte man, wie mich dünkt, am beſten dadurch abhelfen, wenn man mit der Aſtronomie, als dem intereſſanteſten Theile der angewandten Mathematik, den Anfang machte. Denn bei aller Strenge, womit die Aſtronomie, wie die reine Mathematik, den größten Theil ihrer Wahrheiten vorträgt, beſchäftigt ſie nicht bloß den Verſtand, ſondern giebt

auch der Einbildungskraft einen reichen Stoff zur Unterhaltung. Es giebt nicht leicht einen ſo rohen und phlegmatiſchen Menſchen, den der Anblick des geſtirnten Himmels nicht mit Bewunderung erfüllen und in ihm den Wunſch erregen ſollte, die großen majeſtätiſchen Erſcheinungen, die ſich ſeinem Auge darbieten, kennen und ihren Zuſammenhang einſehen zu lernen. Nichts kann den Menſchen von ſeiner Würde und von der hohen Stufe, die ihm die Vorſehung unter den Weſen angewieſen hat, auffallender überzeugen, nichts ihn ſtärker antreiben die von der Natur ihm verliehenen erhabenen Fähigkeiten auszubilden, als der glückliche Erfolg, womit der Aſtronom die Kräfte, welche jene ungeheure Maſſen in Bewegung ſetzen, berechnet, und ſie durch Vorzeichnung ihrer Bahnen gleichſam beherrſcht. Das Bewußtſeyn des Vermögens, ſich mit ſeinem Geiſte zu den unendlichen Sphären empor ſchwingen zu können, löſcht das demüthigende Gefühl unſrer Eingeſchränktheit, welche uns mit unſerm Körper an dieß unbedeutende Pünktchen des Weltalls feſſelt, gänzlich aus, und giebt dem Glauben an eine höhere Beſtimmung neue Stärke.

Man wird freilich hier den Einwurf machen, daß man, um Aſtronomie zu ſtudiren, ſich zuvor wenigſtens mit den Anfangsgründen der reinen Mathematik müſſe bekannt gemacht haben. Allein dieſer Schwierigkeit könnte man gar leicht dadurch ausweichen, wenn man ſich beim Vortrage der Aſtronomie ihrer Geſchichte als

Leitfaden bediente. Ueber dieß kann man auch mit Hülfe der reinen Elementarmathematik nur einen ſehr geringen Theil der Aſtronomie mit einiger Strenge ſtudiren, und muß hingegen den intereſſanteſten Theil, nämlich die phyſiſche Aſtronomie, äuſſerſt oberflächlich behandeln. Man darf, wie ich glaube, als Grundſatz annehmen, daß der menſchliche Verſtand bei der Bildung der Formen, unter welche er gewiſſe Erſcheinungen bringt, immer den möglich kürzeſten Weg geht, und daß die Umwege, die er etwa macht, nur von zufälligen Hinderniſſen herrühren, die ſich ihm entgegenſtellen oder ihn gar eine Zeitlang irre führen. Ein Lehrer, der Talent genug beſitzt, und mit dem Umfange der Aſtronomie einiger maßen bekannt iſt, wird dieſe Urſache des Abweichens des menſchlichen Verſtandes vom kürzeſten Wege bald entdecken, und den Weg einſchlagen, den der Menſch ohne dieſe Hinderniſſe würde gegangen ſeyn. Er wird ſeinem Zuhörer unvermerkt die nöthigen Hülfsmittel in die Hände zu ſpielen wiſſen, die denſelben in den Stand ſetzen können, nach und nach die ganze Reihe von Aufgaben, welche die Geſchichte der Aſtronomie enthält, ſelbſt aufzulöſen. Bedarf dieſer auch auf ſeinem Wege zuweilen der Arithmetik und Geometrie, ſo wird er ſich, weil er die unmittelbare Anwendung davon ſieht, gern dabei verweilen, und der Genuß, den ihm die Aſtronomie gewährt, wird nur dadurch einen deſto größern Reiz bekommen. Da der Zuhörer auf dieſe Art in beſtändiger Thätigkeit er-

halten werden kann, ſo ſcheint, die Trockenheit des Vortrags der reinen Mathematik nicht einmal in Betracht gezogen, der Zweck, die Geiſtesfähigkeiten und beſonders die Erfindungskraft auszubilden, auf dieſe Art weit eher erreicht werden zu können, als wenn man mit der reinen Mathematik anfängt, wo der Zuhörer bei weitem mehr dem Räſonnement des Lehrers folgen muß, als bei jener Methode.

Da wir ungeachtet der vielen vortreflichen aſtronomiſchen Schriften, kein Werk im Deutſchen beſitzen, das die Geſchichte der Aſtronomie auf eine angenehme und faßliche Art erzählt, ſo wird hoffentlich die gegenwärtige Ueberſetzung, die eigentlich eine Fortſetzung von der 1777 erſchienenen Ueberſetzung der Geſchichte der Sternkunde des Alterthums von H. Prof. Wünſch iſt, bei allen Unvollkommenheiten, die ſie haben mag, nicht bloß dem Aſtronomen und Liebhaber der Aſtronomie, ſondern auch jedem Erzieher willkommen ſeyn.

Ich würde, dem Winke meines verehrungswürdigen Lehrers, des H. Hofr. Käſtners, zufolge die gegenwärtige Gelegenheit benutzt haben etwas von dem Leben und den gelehrten Arbeiten des berühmten Verfaſſers zu ſagen, wenn ich nicht wegen der nach der Hand erſchienenen Ueberſetzung der Lobrede auf Bailly v. d. l. Lande meine Bemühung für unnütz gehalten hätte.

Daß ich mit dem Werke die geringe Veränderung vorgenommen und die Erläuterungen unmittelbar dem

Texte beigefügt habe, wird mir hoffentlich nicht zum Vorwurfe gereichen. Außer dem Vortheile, daß ſich das Buch, wegen dieſer Abänderung, angenehmer leſen läßt, hatte ſie auch noch die Bequemlichkeit, daß ſich die Geſchichte übereinſtimmend mit den Bänden in ſchickliche Perioden eintheilen ließ.

Die erſte Periode enthält die Geſchichte der Aſtronomie von der Stiftung der alexandriniſchen Schule bis zu ihrem Untergange.

Die 2te bis zu Tycho's Tode.

Die 3te von Kepler bis zur Stiftung der europäiſchen gelehrten Geſellſchaften.

Die 4te bis Newton.

Die 5te die Geſchichte der Aſtronomie unter Newton.

Und endlich die 6te die Geſch. der Aſtr. bis auf unſre Zeiten.

Reichenau
bei Chur in Bünden
d. 20. Febr. 1796.

J. M. C. Bartels.

Vorrede.

Während große Männer durch neue Entdeckungen die Wiſſenſchaften vervollkommnen und die Zahl der Wahrheiten vermehren, verbreitet die Geſchichte dieſe Wahrheiten, und läßt die erhabenſten Kenntniſſe, gleich dem Waſſer, das ſich auf dem Gipfel der Berge ſammelt, und durch Bäche wohlthätig über die Gefilde ergießt, als ein gemeinſchaftliches Eigenthum zu allen Menſchen herabſteigen. Nach und nach ſind wir zu dieſen Kenntniſſen gelangt; die Mittel ſie aufzuſuchen nahmen wir aus der Natur ſelbſt, und unterwarfen ſie uns, indem wir ihre eigne Macht gegen ſie ſelbſt gebrauchten. Die Entdeckungen ſind das Werk der Menſchen, und dieſe Kenntniſſe und Mittel enthalten daher nichts, was aufmerkſame Leſer nicht ſollten verſtehen können. Das Leſen der Geſchichte einer Wiſſenſchaft ſetzt nicht voraus, daß man mit der Wiſſenſchaft ſelbſt ſchon bekannt ſei, ſondern es iſt ein Mittel es zu werden. Die Wahrheit hat Züge, die niemand verkennen kann, wenn ſie ohne Schleier dargeſtellt wird. Dieſer Schleier, der ſie verhüllt, und den Zugang zu ihr erſchwert, iſt eine konventionelle Sprache, der abgekürzte Ausdruck, womit dieſe Wahrheit in den Kopf des Erfinders geſchrieben iſt. Man kann ſich ſtatt des abſtrakten Ausdrucks eines ſinnlichen bedienen, denn alles iſt Natur, alles läßt ſich in Bilder

einkleiden; der Styl kann munter und lebhaft ſeyn, wenn man eine Welt voll Bewegung und Leben beſchreibt. Der Geſchichtſchreiber hat ein großes Gemälde vor ſich; die Züge und Farben ſind da, und er darf es nur in einer treuen Kopie ſeinen Leſern vorlegen. Der menſchliche Geiſt war jung, er war arm, ehe er reich wurde, er war unbekannt mit dem, was er nicht wußte, und befand ſich ungefähr in derſelben Lage, wie jemand, der in unſern Tagen ſich durch Lektüre zu unterrichten ſucht. Die Ideen haben ſich nach und nach gehäuft, und einander wechſelſeitig hervorgebracht. Es kömmt alſo nur darauf an, dieſe Folge wieder zu finden, und mit den erſten Ideen anzufangen. Der Weg iſt vorgezeichnet, und wir dürfen bloß eine ſchon gemachte Reiſe wiederholen. Das Individuum muß bei ſeiner Lektüre von einigen Stunden ſo fortſchreiten, als das ganze Menſchengeſchlecht in einer langen Reihe von Jahrhunderten fortgerückt iſt.

Dieß Werk iſt in mehrern wichtigen Abſichten geſchrieben: einmal für den Aſtronomen, dem daran liegt, die ganze Kette der ihm ſchon bekannten Wahrheiten zu überſehen; ferner für junge Leute, die dadurch von Eifer für die Wiſſenſchaft entflammt werden ſollen. Der Anblick der Natur wird ihnen Bewunderung einflößen; ſie hat Geheimniſſe, die ihnen aufbewahrt ſind, und ungeachtet der vielen gemachten Entdeckungen, bleibt ihnen noch immer eine reiche Erndte des Ruhms übrig. So viele ergründete und erklärte Geheimniſſe, ſo viele günſtige Antworten der Natur muntern auf, ihr immer mehrere Fragen vorzulegen. Dieß Schauſpiel erweckt Nacheifer, und entwickelt das Genie; und der Jüng-

ling, der bei Leſung dieſer Geſchichte der Aſtronomie kalt und ohne thätige und wetteifernde Bewunderung die Hülfsquellen und Fortſchritte des menſchlichen Geiſtes betrachten kann, iſt für dieſe Wiſſenſchaft nicht gemacht. Die Geſchichte einer Wiſſenſchaft wird aber alsdann erſt vorzüglich nützlich, wenn ſie nicht nur für den ſchon unterrichteten Theil geſchrieben, ſondern auch ſo eingerichtet iſt, daß auch diejenigen, die noch gar keine Begriffe von der Wiſſenſchaft haben, ſie dadurch lernen können. Die Menſchen haben die Sorgen und Arbeiten unter ſich getheilt; jeder hat ſeinen eignen Wirkungskreis und ſeine Pflichten, in deren Erfüllung er ſeinen Ruhm ſuchen muß. Die Geſchichte iſt ein Mittel die verſchiedenen Klaſſen mit einander zu vereinigen; ſie iſt gleichſam eine Rechnung, die dem ganzen Menſchengeſchlechte von den Arbeiten eines jeden Individuums abgelegt wird. Sie zeugt von der Höhe, zu welcher der menſchliche Geiſt gelangt iſt; und indem ſie alle die Begriffe vereinigt, die eine geringe Anzahl Menſchen ſich erwarb, erhebt ſie die jeztlebende Generation zu der Gleichheit von Kenntniſſen, wodurch ein Zeitalter aufgeklärt wird.

Dieſe verſchiedenen Abſichten eines Werks machen die Ausführung deſſelben ſchwierig, und vervielfältigen die Klippen, mit denen der Schriftſteller umgeben iſt. Eine Klaſſe von Leſern, dahin gehören ſowohl geübte Aſtronomen, die ſich eine Ueberſicht der ihnen ſchon bekannten Wahrheiten verſchaffen wollen, als auch Anfänger, die die Wiſſenſchaft wirklich ſtudiren wollen, verlangt eine umſtändliche Erzählung aller zur Aſtronomie gehörigen Thatſachen. Eine andere Klaſſe ſucht bloß eine belehrende Unterhaltung, und der Schriftſteller muß ſeinen

Vortrag, ſo viel als möglich, durch allgemeine philoſophiſche Blicke intereſſant zu machen ſuchen. Die Aſtronomie hat zwei Theile, einen phyſikaliſchen und einen mathematiſchen. Beide dürfen in der Geſchichte nicht von einander getrennt werden, weil ohne ihre gegenſeitige Verbindung die Wiſſenſchaft keine Fortſchritte hätte machen können. Wir wollen jedoch von dem mathematiſchen Theile nur das vortragen, was durchaus zur Beſchreibung der Mittel der Entdeckungen, und zur Beſtätigung der erfundenen Wahrheiten nothwendig iſt. Da wir keine Aſtronomen bilden wollen, ſo dürfen wir nur die Fundamentalmethoden erklären; das übrige gehört für Elementarwerke. Der phyſikaliſche Theil der Aſtronomie macht den Hauptgegenſtand unſrer Betrachtung aus. Wir wollen zeigen, wie und durch welche Mittel der Menſch ſich das Univerſum unterworfen hat.

Allein die Thatſachen der Natur ſind, wie die Natur ſelbſt, unendlich, und die Geſchichte kann ſie nicht ganz umfaſſen. Eben ſo ſchwer iſt es, die Gränzen zu beſtimmen, auf welche ſich der Schriftſteller bei ſeinen Erklärungen einſchränken muß; denn dieſe Gränzen könnten eben ſo verſchieden ſeyn, als es verſchiedene Leſer giebt. Je nach dem Grade ihrer Aufklärung iſt ein mehr oder weniger entwickelter Unterricht nöthig, müſſen mehr oder weniger gedrängte Thatſachen dargeſtellt werden. Unter einer aufgeklärten Nation machen die gebildeten Klaſſen gleichſam eine Leiter aus, die unten ſehr breit, oben aber ſehr enge iſt. So wie man von der unterſten Stufe weiter hinauf ſteigt, ſo vermehrt ſich die Aufklärung der Individuen und ihre Zahl nimmt ab. Ein einziger Menſch macht vielleicht für ſich allein

die höchſte Klaſſe und das äuſſerſte Glied der Kette der vernünftigen Weſen aus. Ihm ſollte man unter den Anſichten der Natur nur die zeigen, welche die Thatſachen in Maſſe in ſich faſſen. Er iſt gewohnt, die Zwiſchenräume zu überſpringen, eine Menge von Dingen in einen kleinen Raum zuſammenzudrängen und bloß ihre Gipfel zu ſehen. Einige Thatſachen ſind ihm genug, um die ganze Geſchichte der Wiſſenſchaften und der Jahrhunderte zu umfaſſen. Diejenigen Leſer aber, die in der Wiſſenſchaft noch nicht eingeweiht ſind, verlangen ein ausführlichers Gemälde. Der Schriftſteller darf auf demſelben keine Zwiſchenidee auslaſſen; er muß zeigen, wie kleine Schritte größere vorbereiten, wie ſich der Geiſt der einen Generation aus dem Geiſte der vorhergehenden entwickelt. Er muß den menſchlichen Verſtand zergliedern, unermüdet ſeinen langſamen Gang verfolgen, und beim ſchnellern Fortſchreiten deſſelben zeigen, daß dieß immer nach zuſammengeſetzten Bewegungen geſchieht. Offenbar ſollte eine ſolche Entwickelung für jede verſchiedene Klaſſe verſchieden ſeyn. Alle müſſen daher das ihrige thun, den Geſchichtſchreiber, der an der Spitze der mittlern Klaſſe ſteht, zu verſtehn. Die weniger unterrichteten müſſen ſich durch Aufmerkſamkeit erheben, und die, welche ſich auf der obern Stufe befinden, ſich herablaſſen, wenn ſie die Aufzählung der Thatſachen in der Ordnung ihrer Entſtehung betrachten, und dem Menſchengeſchlechte, das mit der Zeit fortrückt und ſich immer vervollkommnet, folgen und beſonders unterſuchen wollen, von welcher niedrigen Stufe es ſich zu dem Ziele empor geſchwungen hat, zu welchem es durch das Genie gelangt iſt.

Das Fortſchreiten der Aſtronomie, das wir jetzt verfolgen wollen, beſtätigt uns die längſt bekannte Wahrheit, daß der menſchliche Geiſt ſich nicht durch beſtändig gleiche und aneinanderhängende Begriffe, die anfangs einfach ſind, und nach und nach immer zuſammengeſetzter werden, erhebt. Die Erſcheinungen und Weſen umgeben uns, und von allen Seiten zeigt ſich uns eine unendliche Verſchiedenheit. Die Natur iſt reich, aber wie ſollte man ihre Reichthümer zählen und ordnen? Man mußte dieſe Natur gleichſam zertheilen, ſie von mehrern Seiten betrachten, ihre Erſcheinungen in Klaſſen bringen, und ſo entſtanden die verſchiedenen Wiſſenſchaften: die Optik, oder die Wiſſenſchaft des Sehens; die Phyſik, die die Wirkungen der Elemente auf unſrer Erde und in der ſie umgebenden Atmoſphäre betrachtet; die Aſtronomie, die die Bewegung der Geſtirne in Bahnen, die durch Linien vorgeſtellt werden können, beobachtet; die Geometrie, die ſich mit der Unterſuchung der Figuren und Eigenſchaften dieſer Linien beſchäftigt, und die Mechanik, die das Geſetz dieſer Bewegungen unterſucht. So erfand der Menſch Methoden, um dieß große Ganze des Univerſums, das er nicht auf einmal umfaſſen konnte, in ſeinen Theilen zu betrachten. Es giebt jedoch keine aſtronomiſche Erſcheinung, die nicht zugleich zu allen dieſen Wiſſenſchaften gehörte. Ein Geſtirn bewegt ſich nach gewiſſen Geſetzen, welche die Mechanik erklären, und in Kurven, die die Geometrie unterſuchen muß. Die Erſcheinungen ſelbſt kommen nur durch den Schleier der Atmoſphäre, des Schauplatzes der Veränderungen und Täuſchungen, zu uns. Wir müſſen die Natur des Lichts, vermittelſt deſſen uns

die Gegenſtände ſichtbar werden, erforſchen; den Bau unſers Auges ſtudiren, um die Gültigkeit ſeiner Ausſagen ſchätzen, und die Inſtrumente unterſuchen, um ihre Mängel und Vollkommenheiten gehörig beurtheilen zu können. Zergliedern um zu erkennen, wieder zuſammenſetzen, was wir getrennt haben, um die Natur nachzuahmen und zu beſchreiben, das iſt unſer Gang.

Wenn wir aber auch die Wiſſenſchaften iſolirt haben, um ſie unſrer Aufmerkſamkeit empfänglich zu machen, ſo ſind darum noch nicht alle Hinderniſſe aus dem Wege geräumt; mit der Schwierigkeit, die zahlloſen Erſcheinungen zu ſehen und zu zählen, hat ſich auch die Nothwendigkeit vereinigt, ſie zu ordnen. Eine Wiſſenſchaft iſt eine Summe von Wahrheiten. Dieſe Wahrheiten an einander zu ketten, ſie von der einfachſten bis zur zuſammengeſetzteſten darzuſtellen, iſt der Zweck der Anfangsgründe. Aber die Kette dieſer Wahrheiten iſt nicht die Ordnung ihrer Entdeckungen. Die Anfangsgründe beſchreiben eine ſchon gebildete und vollkommne Wiſſenſchaft. Die Geſchichte hingegen giebt von den Fortſchritten ihrer Entwickelung und der Arbeit Rechenſchaft, die ihre Ausbildung gekoſtet hat. Die Natur enthüllt ſich nicht ununterbrochen unſern Blicken, ſondern zeigt ſich nur in Zwiſchenzeiten und theilweiſe. Ihre zuſammengeſetzteſten Wirkungen werden am erſten wahrgenommen. Die Planeten ſchienen ſich anfangs um die Erde zu bewegen, nichts war bizarrer und unordentlicher als ihre Bewegungen. Jahrhunderte verfloſſen,

ehe man den wahren Mittelpunkt dieſer Bewegungen entdeckte, und ſie ſo ſahe, wie ſie wirklich waren. Die Ordnung der Himmelskörper, iſt eine der erſten Wahrheiten, die man vorträgt, ungeachtet ſie zu den letzten gehört, die die Menſchen haben kennen gelernt. Die Ordnung, welche wir den Dingen anweiſen, liegt alſo nicht weſentlich in der Natur, ſondern ſie iſt unſre Art zu ſehen, und die unſrer ſchwachen Faſſungskraft angemeſſenſte Methode. Die Geſchichte entwickelt die Anfangsgründe, aber in einer entgegengeſetzten Ordnung. Sie zeigt uns die Natur, wie die Menſchen ſie geſehen haben. Anfangs iſt ſie unermeßlich und verwickelt, nach und nach aber wird ſie durch menſchlichen Fleiß und durch Jahrhunderte immer einfacher. Nicht genug, daß die Geſchichte bloß entdeckte Wahrheiten erzählt, ſie muß auch die Schwierigkeiten ſchildern, und vorzüglich die Anſtrengungen und Mittel aufzählen. Dieß iſt nicht mehr, wie in den Anfangsgründen, die beſtimmte und ſyſtematiſche Beſchreibung eines großen Landes, ſondern die Erzählung einer Reiſe auf einem gekrümmten und mit Hinderniſſen, die nur dem Muthe und Kunſtfleiſſe gewichen ſind, bedeckten Wege. Erſt nach manchem Falle machte der Menſch Fortſchritte, erſt nach mehreren vergeblichen Verſuchen war er in ſeinen Unternehmungen glücklich. Die erſte Pflicht eines Geſchichtſchreibers iſt, der Wahrheit getreu zu ſeyn. Er darf die Laſter ſeines Helden nicht verſtecken. Unſer Elend ſowohl, als unſre Größe, iſt unſre Geſchichte. Man wird uns daher die Erzählung ungereimter Vorſtellungen verzeihen, die vor der Wahrheit vor-

hergegangen ſind, und zuweilen ihren Schatten in das Licht der Wahrheit gemiſcht haben. Unſer Held iſt der menſchliche Geiſt. Wir dürfen ſeine Verirrungen und ſelbſt ſeine Fehler nicht verſchweigen, wenn wir ſeinen Ruhm erzählen. Dieſe Geſchichte iſt das Gemälde ſeiner Schwäche und ſeiner Thatkraft.

Aber wie ſollen wir dieſe große Operation betrachten, wodurch die Wiſſenſchaften und ihre Wahrheiten aus der Zeit hervorgegangen ſind? In welchen Geſichtspunkt ſollen wir den Leſer ſtellen, für den dieſe Geſchichte geſchrieben iſt? Soll der Geſchichtſchreiber das Gemälde, die Zuſammenkettung der Wahrheiten, die Folge ihrer Entſtehungen zu ſeinem Hauptgegenſtande machen, oder ſoll er vorzüglich die Arbeiten und Bemühungen der Menſchen beſchreiben? Soll er ſeine Erzählung nach den Entdeckungen oder nach den Urhebern dieſer Entdeckungen ordnen. Der Menſch bildete ſich in dem Reiche der Natur Staaten, Männer von Genie zeigten ſich, indem ſie dieſe Staaten gründeten u. veränderten, als Beherrſcher derſ. Die politiſche Geſchichte vergaß zu oft üb. eine geringe Anzahl von Menſchen das Menſchengeſchlecht ſelbſt. Die Könige waren für ſie alles, und ſie beſchäftigten ſich nur mit der Erzählung ihrer furchtbaren Leidenſchaften und ihres immer gefährlichen Ruhms. Soll die Philoſophie, die auf eine würdige Art von der Wiſſenſchaft reden muß, ihrem Beiſpiele nachahmen? Muß ſie nicht alles, um des Gebäudes willen, das ſie beſchreiben will, vergeſſen, und nur die Baumeiſter nennen, um ihnen den ſchuldigen Dank zu zollen? Aber die Geſchichte der

Wiſſenſchaften iſt von der Geſchichte der Reiche verſchieden. Die politiſche Geſchichte zeigt die Werke der Menſchen in ganzen Nationen. Sie redet von dem Intereſſe aller. Sie ſchildert die Sitten, die von dem Volke vervollkommnet oder verdorben werden. Dieſe Geſchichte iſt das Reſultat unendlicher Bemühungen, im Gleichgewichte ſtehender Zwecke und kombinirter Mittel. Hat jemand eine Revolution bewirkt und die Geſtalt eines Reichs verändert, ſo iſt es, um ſein Unternehmen zu ſchildern, nicht hinreichend, ſeine Plane zu beſchreiben, ſondern man muß auch die Schwierigkeiten, die ihm bei der Ausführung ſeines Projekts in den Weg traten, und die Kräfte, die ihn unterſtützten, darſtellen. Die Geſchichte hat für unſre Belehrung nichts gethan, wenn ſie uns den Menſchen allein mit den Begebenheiten zeigt. Der große Haufe, der hinter ihm zurück iſt, hat Zwecke und Leidenſchaften, welche die Politik benutzt, die aber die Quelle und die Mittel der Veränderungen ſind.

Die Wiſſenſchaften ſind eben ſo, wie die Weltbegebenheiten, das Werk der Menſchen, woran jedoch der große Haufe keinen Theil hat. Er iſt entweder gänzlich mit den Wiſſenſchaften unbekannt, oder er betrachtet ſie mit Gleichgültigkeit, und die Menſchen, die ſie ausbilden, machen eine eigne iſolirte Klaſſe aus. In der politiſchen Welt hört, wie in der phyſiſchen, die Bewegung nie auf, die Menſchen ſind darin, wie die Natur, beſtändig wirkſam. Der gegenwärtige Zuſtand der Dinge gründet ſich auf den vorhergehenden. In der gelehrten

Welt aber geht die aufgeklärte und produktive Klaſſe nicht in ſtetiger Bewegung fort. Ob man gleich das Menſchengeſchlecht als ein beſtändig beſtehendes Individuum betrachten kann, das mit ſeiner Exiſtenz und ſeiner Denkkraft die Jahrhunderte umfaßt, ſo hat dieß Individuum doch Augenblicke der Trägheit oder des Schlafes. Der menſchliche Verſtand beſteht aus der Summe der Ideen aller unterrichteten Menſchen, er iſt das ſeit dem Anfange der Dinge angehäufte Genie. Aber er hat ſeine Ruhepunkte, und ſo wie ſein ungleicher Gang unterbrochen wird, knüpfen Individuen den Faden der Arbeiten und Unterſuchungen wieder an und bringen die Bewegung wieder hervor oder beſchleunigen ſie. Dieſe Individuen, dazu beſtimmt, den menſchlichen Verſtand zu leiten und zu erheben, befördern alſo allein alles Fortſchreiten. Iſt jemand der Erfinder einer Wiſſenſchaft, ſo iſt bis auf ihn die Geſchichte dieſer Wiſſenſchaft nur die Folge ſeiner Gedanken; ein andrer faßt ſeine Idee auf und erweitert ſie durch ſein Nachdenken. Menſchen, oft durch ganze Jahrhunderte von einander getrennt, übertragen ſich gegenſeitig die Wiſſenſchaft, die in ihren Köpfen zur Reife gelangt und darin erweitert und entwickelt wird.

Hipparch ſcheint zuerſt die Aſtronomie in ihrem Umfange überſehen, und den Entſchluß, ſie zu einer ordentlichen Wiſſenſchaft zu bilden, gefaßt zu haben. Er zeigte, was zu thun war, und machte den Anfang. Ptolemäus nahm Hipparchs Plan wieder vor,

und führte ihn in ſeiner ganzen Ausdehnung aus. Er bauete ein Gebäude auf, das feſt genug war vierzehn Jahrhunderte der Zeit Trotz zu bieten. Man bewunderte und ſchätzte dieß Werk, aber man wagte nicht es anzurühren; kaum fügte der einzige Albategnius zu demſelben etwas hinzu. Kopernikus hatte den Muth es zu zerſtören; er zeigte ſich den Köpfen als Geſetzgeber, indem er die Ideen veränderte und der Meinung ihre Richtung gab. Tycho, mehr Aſtronom als Philoſoph, häufte einen Schatz von Beobachtungen an, trat gegen die Wahrheit auf, und wagte es in dem Augenblicke, da die Natur entdeckt war, ein noch fehlerhafteres Syſtem als das ptolemäiſche hervorzubringen. Kepler durch Tycho's Beobachtungen ſelbſt unterſtützt, aber ein größrer Philoſoph als Tycho, rief die Wahrheit wieder zurück, die man verbannen wollte. Sein natürliches Genie überzeugte ihn von der Einfachheit der Urſachen; er ſuchte ſie überall und ließ nichts von dem Gebäude der Alten ſtehen. Kopernikus hatte die Sonne in den Mittelpunkt der Welt geſetzt, Kepler legte in dieß Geſtirn eine alles beherrſchende Kraft. Er verwarf die Kreisbewegungen, die bis auf ſeine Zeit ſo ſehr in Anſehen geſtanden waren, zeigte die wahre Geſtalt der Bahnen, und ſeit ihm ſehen wir die Planeten ſich in Ellipſen bewegen, deren gemeinſchaftlicher Brennpunkt die Sonne iſt. Er zwang die Natur ihm die Geſetze dieſer großen Bewegungen zu enthüllen: mit einem Worte, er veränderte alles. Als Galiläi Huygens und Dominikus Caſſini, mit einem neuen Organe

verſehen, die Wunder des Himmels beſchrieben, als die Akademien gegründet wurden, und die Natur von mehrern Augen verfolgt und gleichſam belagert, ſich der menſchlichen Neugier zu ergeben ſchien, wurden mehrere Menſchen ihre Beobachter. Allein die Zahl ihrer wahren Ausleger war noch immer ſehr gering. Die Theorie der Urſachen fing an zu entſtehen. Galiläi zeigte das Geſetz des Falles, Huygens das Geſetz der Centrifugalkraft; er wandte das Pendel auf die Uhren an, und die Aſtronomie erhielt aus ſeinen Händen ein Inſtrument, die Zeit und den Raum zu meſſen; ein Inſtrument, wodurch auch die Veränderungen der Schwere und die Geſtalt der Erde entdeckt wurde. Endlich erhebt ſich Newton gleich einer Eiche mitten unter dieſen großen Männern, beherrſcht alles durch die Kraft ſeines Kopfes und umfaßt es mit der Größe ſeines Genies. Mit der Einheit in ſeinen Ideen, wie ſie im Univerſum herrſcht, verſammelt er die Erſcheinungen, ſteigt zu den ihm aufbewahrten Urſachen zurück, und entwickelt das allgemeine Phänomen der Natur.

Dieſe großen Köpfe ſind es, in welchen der menſchliche Verſtand lebte; in ihnen wurden die Hülfsmittel erzeugt, in ihnen lag der Grund der Bemühungen und ihres glücklichen Erfolgs. Die Wiſſenſchaft wurde nach ihren Vorſtellungen geformt, und erhielt den Abdruck ihres Geiſtes. Hier alſo muß man ihre Geſchichte ſuchen. Wir ſehen nur Menſchen, die auf einander folgen, die mehr oder weniger zu die-

ſem Schatze beitragen, die das Gebäude der Wiſſenſchaft entſtellen oder verſchönern; aber dieſe lange Arbeit des Menſchengeſchlechts iſt das Reſultat der individuellen Arbeiten. Die Wiſſenſchaft iſt nur das Produkt und die Folge der Operationen des Genies, und ihre Geſchichte iſt die Geſchichte der Menſchen und ihrer Gedanken.

Geſchichte
der
neuern Aſtronomie.

Erſter Abſchnitt.

Von der alexandriniſchen Schule und den Aſtronomen vor Hipparch.

§. 1.

Als wir die erſten Schritte des menſchlichen Verſtandes verfolgten, als wir die Geſchichte der åltern Aſtronomie durchliefen, bemerkten wir nur Trůmmer, ſtießen nur auf Spuren einer uralten zerſtörten Wiſſenſchaft, deren Größe und Glanz durch ihre Ueberreſte beſtåtigt wird. Ohne Zweifel erhielten ſich dieſe Bruchſtůcke durch eine jetzt zerriſſne und verlorne, oder wenigſtens in das Dunkel der Zeit eingehůllte Kette. Die Idee eines alten, durch die Revolutionen der Natur und der Politik verånderten und ausgelöſchten, Zuſtandes der Wiſſenſchaften iſt kein bloßes Hirngeſpinnſt eines ſyſtematiſchen Kopfes, ſondern das Reſultat von Thatſachen, die wir der Kritik unterworfen und nach der Analogie zuſammengeſtellt haben. Die großen Verånderungen, welche uns die Tradition aufbewahrt hat, beweiſen uns die Möglichkeit ehemaliger Revolutionen, deren Alterthum unſre Geſchichte überſteigt. Wir dachten uns in die Stelle eines Menſchen, der auf einmal an die Ufer des Euphrats verſetzt wůrde: Mitten unter jenen ihm unbekannten und neuen Ebnen wůrden die ungeheuern, zum Theil mit hohem Graſe bewachſenen, oder mit Sand bedeckten Ruinen, die pråchtigen Såulen, welche noch immer da ſtehen, die Höhen der Gebåude zu beſtåtigen, die Ueberreſte der Pracht und des Kunſtfleißes, die mit Inſchriften gezierten marmornen Denkmåler; alles dieß wůrde auf einmal die Vorſtellung

von einer großen Stadt in ihm erwecken. Man dürfte ihm nicht erſt ſagen, daß dieß der Ort ſey, wo Babylon einſt geſtanden wäre. Der Plan und die Anordnung der Gebäude, der Geiſt, der in dem Ganzen herrſchte, und ſich durch große Wirkungen äußerte, iſt zwar verſchwunden; allein auch aus den einzelnen Zügen, welche das Werk der Künſte ſind, aus der ungeheuern Größe der Gebäude, welche eine Folge des Reichthums und der Macht iſt, würde er den alten Wohnort einer kultivirten und zahlreichen Nation wieder erkennen.

§. 2.

Daß die Wiſſenſchaften im Oriente nur aus den Trümmern älterer aufbewahrter Kenntniſſe, die aber durch ihre Beſitzer nicht vermehrt wurden, beſtanden, beweiſet der Umſtand, daß die Griechen, welche ſich zu Alexandrien niederließen, alles von vorn wieder anfiengen a). Sie hatten das babyloniſche Reich geſtürzt, und ſich des Schatzes ſeiner Wiſſenſchaften bemächtigt. Da ſie auf die Chaldäer folgten, ſo machten ſie von den vieljährigen Beobachtungen derſelben Gebrauch. Sie würden eben ſo ihre Arbeiten haben benutzen können, wenn ſie nur ihren Ideengang verfolgt hätten. Allein einen ſolchen Leitfaden fand man bei den Chaldäern nicht. Sie nützten der Aſtronomie nur durch Anhäufung von Thatſachen, durch Herbeiſchaffung der zum Weltgebäude nöthigen Materialien. Sie haben einige Kenntniſſe und Beſtimmungen, die ihnen übertragen waren, aufbewahrt, ohne weder die Beziehung, noch den Werth derſelben zu vermuthen. Die Ideenfolge oder der Gang des Erfindungsgeiſtes war gänzlich verloren, als man dieſe Kenntniſſe ſammelte, und die gültigen Zeugen ihrer Genauigkeit waren verſchwunden. Dieſe Genauigkeit verkannte man ſo ſehr, daß Hipparch, wie wir bald ſehen werden, durch ſehr mühſame Unterſuchungen mehrere male an die Stelle dieſer alten Beſtimmungen

a) Erläuterungen 1. Abſchn. §. 1.

weniger genaue ſetzte. Die Beobachtungen, welche darauf gegründet waren, ſind alſo nicht von den Chaldäern angeſtellt worden; denn ſonſt würde Hipparch, der aus ihnen geſchöpft hatte, die vortrefflichen Kenntniſſe, welche er verwarf, gehörig geſchätzt haben. Die Zeit der Regierung der Chaldäer, der Indier und der alten in Aſien bekannten Nationen iſt eine von den Zeiten der Vergeſſenheit, eine Lücke in der Geſchichte der Wiſſenſchaften. Wenn wir den Urſprung der neuern Aſtronomie, die jetzt in Europa blüht, bis zu den letzten Jahrhunderten vor unſrer Zeitrechnung, bis zur Entſtehung der alexandriniſchen Schule haben hinauf ſteigen laſſen, ſo wählten wir dieſe Epoche nicht ohne Grund. Die Zeiten der Unwiſſenheit machen eine abſolute Trennung, eine wahre Scheidewand zwiſchen der in den entfernteſten Jahrhunderten zerſtörten und der in Alexandrien wieder erneuerten Aſtronomie. Hier fing man aufs neue wieder an: das Gebäude wurde vom Grund auf wieder aufgeführt, und auf dieſem Grunde ſteht noch jetzt die von uns vervollkommnete Aſtronomie.

§. 3.

Als nach Alexanders Tode, nach der Zerſtükkelung ſeines großen Reichs, die Ruhmſucht ſich gelegt hatte, oder vielmehr durch ihre Anſtrengung erſchöpft und durch den gegenſeitigen Widerſtand zum Gleichgewichte gebracht war, erholten ſich wieder die Völker dieſes ungeheuern Reichs unter verſchiedenen Beherrſchern. Ptolemäus Soter ſaß jetzt auf dem Throne von Aegypten. Dieß war das Land der Wiſſenſchaften, wohin die Griechen zu reiſen pflegten, um ſich Kenntniſſe zu erwerben. Ptolemäus trug daher auf alle Weiſe zur Kultur der Wiſſenſchaften bey. Er fing mit nützlichen Stiftungen an, und ſein Sohn, Ptolemäus Philadelphus, der ihm in der Regierung folgte, vollendete ſein Werk. Er munterte die Wiſſenſchaften durch Wohlthaten, und beſonders durch Ehrenbezeugungen auf. Alle berühmte Männer Griechenlands eilten

in Menge dahin, um den Glanz ſeiner Regierung zu erhöhen. Er wies ihnen in dem Muſeum, wozu ein denkender Kopf den Plan gemacht hatte, und deſſen Stiftung eines großen Fürſten würdig war, einen Zufluchtsort an. Dieß war ein prächtiges aus Galerien und großen Sälen beſtehendes Gebäude, worin die zur Literatur und zu den Wiſſenſchaften nöthigen Materialien aufgeſtellt werden ſollten. Die Gelehrten hatten darin Wohnung und Unterhalt. Hier war die berühmte Bibliothek und die ungeheure Anzahl Manuſcripte, welche Demetrius von Phalera mit vieler Sorgfalt und großen Koſten ſammelte; hier war ohne Zweifel die Sternwarte eines Hipparch und Ptolemäus. Der Fürſt liebte dieß Heiligthum der Wiſſenſchaften als ſein Werk, und als die Gründung ſeines Ruhms auf künftige Jahre, oder dieſe mit Recht verdiente Unſterblichkeit war vielmehr Belohnung, und nicht Beweggrund des Ptolemäus Philadelphus. Er ſcheint die Wiſſenſchaften um ihrer ſelbſt willen geliebt zu haben; und wiewohl er eines Widerſpruchs zufolge, der nichts Seltenes bei den Menſchen, und vorzüglich bei den Fürſten iſt, zwei von ſeinen Brüdern und den Demetrius von Phalera, der es gewagt hatte, dem Ptolemäus Soter die Wahrheit zu ſagen, hatte umbringen laſſen a): ſo war er doch auch mit jenen ſanften Neigungen begabt, welche das Glück der Völker gründen, den Fürſten abhalten, ſeinen Ruhm in den Waffen zu ſuchen, und ihn für den wahren Ruhm Sinn einflößen, der auf Handel und Künſte, deren blühender Zuſtand ſein Werk iſt, auf ihren unmittelbaren Begleiter, den Wohlſtand, und auf die Wiſſenſchaften, wodurch alle dieſe ſoliden Vortheile erſt Glanz erhalten, gebauet iſt. Die Gelehrten, welche das Muſeum bewohnten,

a) Er hatte geſagt: nicht Ptolemäus Philadelphus, ſondern der älteſte Sohn müſſe ſeinem Vater in der Regierung folgen. Philadelphus rächte ſich, als er zur Regierung kam, dadurch, daß er ihn hinrichten ließ.

wurden oft von ihm beſucht. Er ließ ſich mit ihnen in Geſpräche ein, und unterhielt den Wetteifer an einem Orte, wo die Ruhe und das Vergeſſen aller Sorgen Erſchlaffung und Müßiggang hätten erzeugen können. Wohlthaten und Belohnungen ſind Aufmunterungen für alle Menſchen; dem Gelehrten aber genügen ſie nicht. Er denkt feiner: ein geübter Verſtand, eine richtigere Einſicht in die Natur der Dinge laſſen ihn mit Verachtung auf die gemeinen Gegenſtände menſchlicher Wünſche herabſehn. Er fühlt, daß er von der Natur beſtimmt iſt, ſich auszuzeichnen. Achtung erhebt ſeinen Geiſt. Der unmittelbare Anblick des Fürſten giebt der Geiſteskraft alle ihre Energie, und zwingt das Genie, ſich zu entwickeln; er erwärmt und rührt das Herz, und ſchafft die Menſchen um. Dieß iſt die einzige Magie, welche auf der Erde exiſtirt. Und wie glücklich ſind die Fürſten, daß ſie einen Zauber um ſich verbreiten können, und nur wollen dürfen, um etwas Großes zu thun!

§. 4.

Die alexandriniſche Schule, welche Ptolemäus Philadelphus geſtiftet hatte, erhielt ſich beinahe zehn Jahrhunderte, bis zum Einfalle der Sarazenen, die Aegypten einer neuen Herrſchaft unterwarfen, die Gelehrten zerſtreuten, die berühmte Bibliothek verbrannten, und auf immer das Reich der Unwiſſenheit und Barbarei wieder zurückbrachten.

Dieſe Schule, welche ſehr große Männer hervorgebracht hat, iſt eigentlich eine griechiſche Schule, ungeachtet ſie in Aegypten, und ſogar in Alexandrien, geſtiftet iſt. Denn Griechen waren es, die ſie berühmt machten; und unter den Männern, von deren Arbeiten wir jetzt erzählen wollen, befinden ſich nur zwei Aegypter, Manetho, der mehr Aſtrolog, als Aſtronom war, und Ptolemäus, der ohne Zweifel ſeinem Vaterlande viel Ehre macht, aber doch durch Griechen gebildet worden war. Die Griechen, gleichſam beſtimmt, alles zu vervollkommnen, was ſie nicht erfanden, befreieten

die Aſtronomie von dem Schleier, womit die ägyptiſchen Prieſter ſie umhüllt hatten, und durch ihre Schriften und Entdeckungen wurde das Licht über das ganze übrige Europa verbreitet.

§. 5.

Wir haben geſehen, wie die erſten griechiſchen Philoſophen, entblößt von der Hülfe der Aſtronomie, oft die lächerlichſten Konjekturen über die Natur, die Größe und die Entfernung der Sterne machten; wir haben geſehen, wie ſie ſich fremder Kenntniſſe bedienten, um ihren Kalender über die Bewegungen der Sonne und des Mondes zu reguliren. Aufs höchſte hat ihnen die Aſtronomie jene rohen Kalender zu verdanken, in welchen der Aufgang und Untergang der Sterne die Feldarbeiten beſtimmte. Ueberdieß hatten ſie bloß das Verdienſt des Sammelns. Die Erfindung dieſer Kalender wurde urſprünglich in Aſien von Indiern gemacht a). Die Aſtronomie gewinnt von nun an eine neue Geſtalt. Wir werden jetzt wirklich aſtronomiſche Beobachtungen kennen lernen, die mit ziemlich genauen Inſtrumenten angeſtellt wurden; ferner Hypotheſen, die man machte, um die Bewegung der Planeten zu erklären; die Entdeckung der fortſchreitenden Bewegung der Sterne; und endlich ihre beobachteten Lagen, die von Hipparch in ein Verzeichniß gebracht wurden, um der Nachwelt zum Denkmahl und zur Vergleichung zu dienen.

§. 6.

Man wird vielleicht unterſuchen wollen, warum Aegypten, das im Alterthume durch Wiſſenſchaften ſo berühmt war, dennoch ſo viele Jahrhunderte hindurch für dieſelben nichts gethan hat; warum die Prieſter von Theben und Memphis, welche ſchon acht und zwanzig Jahrhunderte vor unſrer Zeitrechnung die Jahreslänge von drei hundert fünf und ſechzig und einen Vierteltag

a) Geſch. der Sternk. des Alterth. 3tes B. §. 10; 7. B. §. 6; 8tes B. §. 14.

kannten, dieſe Kenntniß ſeitdem nicht berichtiget und einen Schritt weiter zur Vervollkommnung gethan haben. Erſt dreißig Jahrhunderte nachher mußten fremde Ausländer kommen, und dieſe Dauer abkürzen, um ſie der wahren näher zu bringen. Die ägyptiſchen Prieſter waren nämlich damals eben das, was jetzt die Italiäner ſind. Dieſe zeigen Meiſterwerke von Gemälden vor, und das iſt auch alles, was ſie thun. Die ägyptiſchen Prieſter, durch einige fremde Beute bereichert, theilten das wenige, was ſie wußten, auf eine ſehr geheimnißvolle Art mit, und erregten dadurch die Meinung, daß ſie noch weit mehr wüßten. Alle der heißen Zone nahen Länder ſind dem Genie *niemals* günſtig geweſen. Dieß iſt ein ausſchließender Vorzug der gemäßigten Klimate. Das Menſchengeſchlecht gelangt nur zu ſeiner Vollkommenheit zwiſchen den Eisgebirgen des Nordens und der brennenden Hitze der heißen Zone, wo es, gleich weit von der Wildheit rauher, und von der Schlaffheit und Weichlichkeit warmer Klimate entfernt iſt. Der Erfindungsgeiſt und das Genie ſind die Kinder der Meditation und der Muße. Die Natur, welche alles auf der Erde aufs vortrefflichſte wünſchte, ſetzte das Fortſchreiten der Künſte und die völlige Entwickelung des menſchlichen Geiſtes in eine Mitte zwiſchen Klimate, wo in dem einen alles zur Arbeit nöthigt, und in dem andern alles zur Trägheit einladet. Hier gränzen Arbeit und Muße aneinander und wechſeln mit einander ab; und die Spekulationen des Philoſophen leiten den Fleiß und die Thätigkeit des mechaniſchen Arbeiters.

Fragt man: warum die Griechen, die ſeit Thales ſich in Vernünfteleien und Konjekturen über die Natur der Geſtirne und ihre Bewegung erſchöpft, aber nicht einen Fortſchritt in der Aſtronomie gethan haben; warum dieſe auf einmal unter fremden Königen ſo ſchnell fortgerückt ſind; ſo bedenke man nur, daß das Volk, das Aſien und Indien beſiegte, ſich durch die Beute dieſer Länder bereicherte, und durch die Herrſchaft über Baby-

lon ſich der langen Reihe von Beobachtungen bemächtigte, welche die Zeit und unermüdeter Fleiß daſelbſt gehäuft hatten; einer Sammlung von Thatſachen und Wahrheiten, aus welchen der Erfindungsgeiſt die Geſetze der Bewegung der himmliſchen Körper und des Weltſyſtems aufſuchen ſollte. Im Beſitz dieſer Schätze fanden die Griechen in Alexandrien Schutz und Aufmunterung der Könige, einen friedlichen und ruhigen Zufluchtsort, eine ungeheuer große Bibliothek, zu einer Zeit, wo die Bücher ſelten waren. Auch ſie hatten Nebenbuhler und Nachfolger: und die Fortſchritte waren ſchnell, weil ſich in dieſer Epoche das Genie mit der Gelehrſamkeit aller Zeiten und aller Länder, ohne welche es nichts vermag, vereinigte.

§. 7.

Ariſtyllus und Timochares waren die erſten Beobachter aus der alexandriniſchen Schule. Sie blüheten unter Ptolemäus Soter 300 Jahre vor Chr. Geb. Sie beſchäfftigten ſich beſonders mit der Beobachtung der Sterne, um ihre Lage am Himmel zu beſtimmen, und nicht, nach dem Gebrauche der Orientalen und alten Griechen, um ihren Aufgang und Untergang vorherzuſagen. Das Leſen der chaldäiſchen Beobachtungen, und der philoſophiſche Geiſt, womit die Griechen begabt waren, führte ſie auf dieſe Arbeit. Den Weg, den ein Reiſender auf der Erde zurücklegt, bezeichnet man durch die Städte, durch welche er kömmt, und den Weg der Planeten am Himmel durch die Sterne, vor welchen ſie auf ihrer Bahn vorbei kommen. Man begnügte ſich lange Zeit mit ziemlich rohen Bezeichnungen; als man aber die ſucceſſive Lage der Planeten mit mehrerer Genauigkeit kennen lernen wollte, gebrauchte man die Methode des Alignirens, man verband die benachbarten Sterne durch Linien mit einander, die den Ort des Planeten beim Durchgange durch ſie beſtimmten a). Offenbar aber erforderten dieſe Me-

a) Ptol. Almag. Lib. IX. c. 7, 10.

thoden, daß der Ort der Sterne ſelbſt ein feſter Punkt war. Wäre bei dem berühmten Rückzuge der Zehntauſend die Lage der Oerter, durch welche Xenophon kam, nicht bekannt geweſen, ſo würde ſein Tagebuch völlig unnütz ſeyn. Die Chaldäer dachten an dieſe Methode nicht, und nichts beweiſet beſſer, daß ſie niemals den Begriff der Wiſſenſchaften hatten, welche ſie kultivirt zu haben ſcheinen. Ariſtyllus und Timochares fragten ſich ohne Zweifel, was der Zweck der Aſtronomie ſey. Sie ſahen ein, daß die Aſtronomie die Kenntniß des Himmels und die Beſtimmung des Orts derjenigen Sterne, welche ruhen, und deren Lage gegen einander ſich niemals verändert, oder der Fixſterne zum Gegenſtande habe a). Der Zweck der Aſtronomie beſteht ferner noch darin, die Bewegungen der Planeten zu beobachten, und die Richtung und Krümmung ihrer Bahnen zu entdecken. Die unſichtbare Spur dieſer Planeten wird durch die Sterne bezeichnet, denen ſie ſich nähern. Dieß iſt alſo eine weſentliche Kenntniß; ſie iſt die Grundlage aller Unterſuchungen. Dieſe ſo kombinirten und auf eine Grundkenntniß abzweckenden Arbeiten kündigten den wahren Gang und einen richtigen Begriff der Wiſſenſchaft an. Dieß iſt das Lob des Timochares und Ariſtyllus.

§. 8.

Die Alten ſcheinen ſchon vor der alexandriniſchen Schule angefangen zu haben, die Sterne zu zählen; wir werden Thatſachen anführen, die in dieſer Hinſicht keinen Zweifel übrig laſſen b). Sie hatten ſicher eine Beſchreibung des Himmels, welcher in Konſtellationen abgetheilt war. Ein Beweis davon iſt die von Eudoxus hinterlaſſene Beſchreibung. Die bildlichen Figuren, worein dieſe Konſtellationen eingeſchloſſen ſind, dienten zugleich auch, die Sterne zu bezeichnen. Man

a) Geſchichte der ält. Sternk. 2ter Abſchn. §. 5.

b) Unten 3ter Abſchn. §. 24. und 2. Band 2. Abſchn. §. 8.

ſagte z. B. der Stern im Auge des Stieres, die Sterne an den Spitzen der Hörner, die Sterne im Herz der Schlange, am Fuße oder am Gürtel des Orions ꝛc. Die alexandriniſchen Aſtronomen ſahen ein, daß dieſe Beſtimmungen nicht genau genug waren; ſie erfanden daher eine genauere Methode, oder nahmen ſie wenigſtens an. Dieſe beſtand darin, daß man den Ort der Sterne mit den Polen und mit Kreiſen verglich, durch welche die Alten den Himmel eingetheilt hatten. Dieſe Kreiſe waren erdichtet, aber feſt, oder wurden wenigſtens dafür angenommen. Sie wählten den Aequator und die beiden auf dieſem Kreiſe beſtimmten Nachtgleichepunkte. Man konnte leicht die Lage aller Sterne angeben, welche ſich im Aequator befinden; denn man durfte nur ihre Entfernung von einem der Aequinoktialpunkte meſſen. Auf die Art bemerkte man, daß der glänzende Stern in dem Sternbilde der Jungfrau, der der Kornähre zugehört, welche ſie in der Hand hält, damals um 8° vor der Herbſtnachtgleiche vorhergieng a), d. h. durch die tägliche Umdrehung früher in den Meridian, als der Aequinoktialpunkt, kam; dieß iſt die Bedeutung des Worts vorhergehen. Wäre er ſpäter in den Meridian gekommen, als der Nachtgleichepunkt, ſo würde man ſagen, er folgte ihm. Für die Sterne, welche außerhalb des Aequators liegen, mußte man eine neue Beziehung erfinden; und dieſe war die Entfernung ſelbſt, um welche ſie davon abſtanden. Die Koluren ſind die größten Kreiſe, die durch die Pole gehen, und den Aequator in den beiden Nachtgleichepunkten ſchneiden b). Man erdachte ähnliche Kreiſe, die auf gleiche Weiſe durch die Pole, und durch jeden Punkt des Aequators gehen; jeder Stern hatte folglich ſeinen eignen Kreis. Dieſe Kreiſe werden von dem Aequator in zwei Hälften getheilt, und dieſe Hälften wieder durch die beiden Pole halbirt. Der Zwiſchenraum zwiſchen dem Aequator und dem Pole

a) In den Zuſätzen zu dieſem Abſchn. §. 2.
b) Geſch. d. Sternk. des Alterth. 1. B. 2. Abſchn. §. 14.

begreift alſo ein Viertheil von der Peripherie, oder 90° dieſer Kreiſe in ſich. Man hatte folglich ein Mittel, den Ort der Sterne zu beſtimmen, die nicht im Aequator lagen; man zählte nämlich auf dieſen Kreiſen die Zahl der Grade zwiſchen dem Sterne und dem Pole, und dieß nannte man die Entfernung vom Pole, oder auch zwiſchen dem Stern und dem Aequator, und dieſe Entfernung bezeichnete man mit dem Namen Abweichung (declinatio), oder Deklination. Die Arbeiten dieſer erſten Aſtronomen waren die Beobachtung der Abweichungen der ſchönſten Sterne, und ihrer Entfernung von den Nachtgleichepunkten, welches wir jetzt Gradeaufſteigung oder Rektaſcenſion nennen. Wir haben nicht zu behaupten gewagt, daß dieſe Methode, den Ort der Sterne auf Kreiſe der Kugel zu beziehen, eine Erfindung von Ariſtyllus und Tymochares war, weil man bei den alten Orientalen wieder von ihnen Spuren davon findet a), und weil vielleicht von ihnen die alexandriniſchen Griechen dieſe Kenntniß entlehnt haben. Wenigſtens kann man ihnen das Verdienſt, alle Vortheile davon eingeſehen zu haben, nicht mit Gewißheit zuſchreiben; ſie heiligten ſie durch den Gebrauch, und hatten dadurch den Ruhm, eine Fundamentalmethode zu hinterlaſſen.

§. 9.

Dieſe wichtigen Arbeiten geſchahen nicht ohne alle Inſtrumente. Man beſtimmte, wie wir ſchon bemerkt haben, den Ort der Planeten durch Linien, die zu den nächſten Sternen gezogen wurden. Man drückte ferner die Entfernungen vermittelſt des Monddurchmeſſers aus. Man ſagte z. B. an dem Tage, zu der Stunde war der Merkur, um einen Mond weniger im Aequator fortgerückt, als der Stern, die Kornähre der Jungfrau genennt. Dieß beweiſet, um es nur im Vorbeigehen zu bemerken, daß die Alten ſelbſt vor Hipparch eine Schätzung des Mondsdurchmeſſers hatten,

a) Unten.

denn man bedient ſich nur einer ſchon bekannten und ſelbſt gemeßnen Größe zum gemeinſchaftlichen Maßſtabe. Allein dieſe, noch immer Irrthümern unterworfnen Schätzungen, waren auf große Entfernungen, wie z. B. Entfernungen von Sternen, die um dreiſſig, funfzig und mehrere Grade vom Aequator abweichen nicht anwendbar; Dieſe konnten uur durch ein Inſtrument und folglich nur durch eine Armille beſtimmt werden. Wir wollen hier nicht das Datum der Erfindung dieſes Inſtruments entſcheiden, noch ſie ausſchlieſſend der alexandriniſchen Schule zuſchreiben. Wir haben gezeigt, daß dieſe Erfindung ſehr alt war, und in die Zeiten der uranfänglichen Aſtronomie gehört a). Allein vermuthlich war ſie in Babylon unbekannt b) und wurde zu Alexandrien wieder erneuert, welches eine Art von Erfindung iſt.

§. 10.

Die Beobachtungen des Ariſtyllus und Timochares waren zwar ohne Zweifel, wie alle erſten Verſuche, unvollkommen, aber deſſen ungeachtet für Hipparch ſehr nützlich, und dienten einigen ſeiner Arbeiten zur Grundlage. Wir beſitzen ihre Werke nicht; vielleicht exiſtiren ſie noch in Aſien c). Wenigſtens exiſtirten ſie noch zur Zeit des Ptolemäus, der ſie anführt d). Die Sammlung dieſes Aſtronomen, ein koſtbarer Schatz der aſtronomiſchen Schule, dieß Buch, das vorzugsweiſe Almageſt oder das große Werk genannt wird, iſt ohne Zweifel Urſache, daß man ſich um die Schriften der alten Aſtronomen weiter nicht bekümmert und dadurch ihren Verluſt veranlaßt hat. So wie man über einen großen Fluſſe, dem die Namen der Tauſende von Bächen, die ſich mit einander vereinigen, und dem Hauptfluſſe ihren Tribut zollen, vergißt, ſo hat man ſeit langer Zeit und mit Recht, das Almageſt als eine

a) Geſch. der Sternk des Alterth. 1 B. 2 Abſchn. §. 19.
b) Unten in den Erl. §. 3. c) Unten Erläut. §. 4.
d) Almag. Lib. VII. §. 9. et 10

vollſtändige Sammlung aſtronomiſcher Kenntniſſe betrachtet; und es für das einzig nothwendige Werk gehalten. Man hat die frühern Beobachtungen gleichſam als Gerüſte angeſehen, die in dieſem Buche dazu dienten, das Weltgebäude darauf aufzuführen. Nach Endigung des Werks ſchienen die ältern Sammlungen unnütz; man zog ſie nicht mehr zu Rathe, und ſie gingen verloren. Die Achtung, worin das Almageſt ſtand, iſt gewiß Schuld an dem Verluſte von unzählig andern koſtbaren Ueberreſten der ältern Aſtronomie.

§. 11.

In derſelben Zeit wurde Aratus, ein Dichter, für die Aſtronomie zu Solis, einer Stadt in Kleinaſien, geboren. Er war zwar nicht aus der alexandriniſchen Schule, indeſſen müſſen wir doch der Zeitordnung wegen hier von ihm reden. Er lebte gegen das Jahr 276 vor Chr. Geb. unter der Regierung des macedoniſchen Königs Antigonus, mit dem Zunamen Gonatas. Dieſer Prinz trug ihm auf, die beiden Werke von Eudoxus in Verſe zu bringen a), und alles, was damals von der aſtronomiſchen Wiſſenſchaft bekannt war, durch den Zauber der Dichtkunſt zu verſchönern. Man fügt hinzu, Aratus ſei Arzt geweſen und Antigonus, der einen Aſtronomen, Namens Nikander bei ſich hätte, habe dieſem Arzt den Auftrag gegeben, über die Aſtronomie zu ſchreiben, und dem Aſtronomen, ein Buch über die Theriatik zu liefern. Sie brachten, was leicht zu vermuthen war, beide ein ſchlechtes Werk zu Stande. Der ungenannte Verfaſſer von dem Leben des Aratus widerſpricht dieſer Erzählung dadurch, daß er zeigt Nikander habe ſpäter, als Aratus, gelebt b). Sie widerlegt ſich ſelbſt durch ihre geringe Wahrſcheinlichkeit. Antigonus hätte eben ſo thöricht gehandelt, wie jener türkiſche Kaiſer, der ſeinen Bedienten den Poſten, den ſie in ſeinem Hauſe bekleiden ſollten, durchs Loos zutheilte.

a) In vita Arati. Vranolog. p. 270.
b) In vita Arati. Vranolog. p. 270

Uebrigens war das Werk des Aratus für ſeine Zeit gut; es iſt die Proſe des Eudoxus in ſchöne Verſe überſetzt. Wenn Fehler darin vorkommen, ſo ſind ſie dem Aſtronomen zuzuſchreiben. Cicero hat den Verfaſſer, als Dichter, gelobt a). Nach Quinctilian fehlt es dem Gedichte des Aratus an Lebhaftigkeit, Wärme, Mannigfaltigkeit und Beredſamkeit. Dieſe Fehler ſind mehr dem Gegenſtande, als der Behandlungsart zuzuſchreiben. Die Beſchreibung des Himmels iſt ein eben ſo eintöniges, als nützliches Werk; die Fabel, welche damit vermiſcht iſt, kann zwar einige angenehme Gemälde hineinbringen: indeß iſt doch der Gegenſtand keiner Lebhaftigkeit, keiner Wärme und ſelbſt keiner Mannigfaltigkeit fähig. Daß dieß Werk bis auf unſere Zeiten gekommen iſt, unterdeſſen andere Werke von derſelben Art verloren und vergeſſen worden ſind, iſt das beſte Lob für Aratus b); denn nur ſolche Werke werden von der Zeit erhalten, welche ihr Trotz bieten.

§. 12.

Aratus beſchreibt die Bilder oder die Konſtellation, welche die alten Aſtronomen an den Himmel gezeichnet haben, ihre gegenſeitige Lage c), die Hauptſterne in denſelben, den Urſprung ihrer Namen, und die Fabeln, die, den Griechen zufolge, dazu Veranlaſſung gegeben haben. Darauf beſchreibt er die Jahrszeiten, oder die Wetterveränderungen, die vor der Bewegung der Sonne im Thierkreiſe herrühren; eben ſo auch den Aufgang und Untergang der Sterne, wodurch dieſe Jahrszeiten damals angekündigt wurden; und endlich theilt er auch noch die Regeln mit, worauf ſich die Vorherſagungen ſtützten. Die Alten prophezeiten aus dem Monde, der Farbe der Sonne, aus den Wolken, den Nebenſonnen, den Nebenmonden d), den

a) De oratore. I. 16. b) Erläut. §. 5. c) Ebendaſ. §. 6.

d) Nebenſonne iſt eine falſche Sonne, ein Bild der wahren, welches durch eine Wolke reflektirt wird; Nebenmond iſt

Sternſchnuppen, aus dem Fluge der Vögel ꝛc. Auf die Art erzeugte das Syſtem, welches die Natur nur als ein Ganzes betrachtet, und vorausſetzt, daß alte Begebenheiten mit einander verbunden, und die zufälligen Erſcheinungen Zeichen und Vorboten von einander ſind wechſelſeitige, nachdem es die Aſtrologie hervorgebracht hatte, verſchiedene Arten von Divinationen, die weiter nichts als Zweige von dieſer vermeinten Wiſſenſchaft ſind, und ihr alle ihren Urſprung verdanken a).

Das Gedicht des Aratus iſt ſo ſehr geſchätzt worden, daß es mehrere berühmte Kommentatoren und Ueberſetzer gehabt hat b). Hipparch hielt es ſeiner Anmerkungen nicht unwürdig. Cicero machte in ſeiner Jugend davon eine Ueberſetzung in Verſen wovon wir nur noch einige Fragmente haben. Endlich hat auch Germanicus Cäſar, von dem Gedicht des Aratus eine Ueberſetzung geliefert. Dieſe Arbeit von einem Prinzen der ſeiner Nation, deren Freude er war, ſo jung entriſſen wurde, und der eben ſo, wie Cäſar, deſſen Namen er führte, ein Gelehrter war, iſt wie ſein Andenken, ganz bis auf uns gekommen.

§. 13.

Nach Ariſtyllus und Tymochares iſt Ariſtarch von Samos der erſte Aſtronom, der in der alexandriniſchen Schule vorkömmt. Er war ein Zeitgenoſſe des Kleanthes, eines Stoikers, der nach Zeno gegen die 129ſte Olympiade, oder 264 Jahre vor Ch. Geb., lebte.

Ariſtyllus und Timochares waren bloß Beobachter. Ariſtarch giebt uns zuerſt einen Begriff von einem Aſtronomen. Er war in der That, wegen der Feinheit ſeiner Beobachtungen und wegen der Me-

ein falſcher Mond, der ebenfalls durch die Reflexion der Dünſte in der Atmoſphäre erzeugt iſt.

a) Aelt. Aſtr. Unterſuchung über die Entſtehung der Aſtrologie.

b) Erläut. §. 7.

thode, der er ſich bediente, ſehr berühmt. Mit Vergnügen bemerkt man die erſten Schritte, welche den Menſchen auf die Erklärung der Erſcheinung des Himmels führten, und die erſten Spuren des methodiſchen Kopfes, der allein dazu den Leitfaden angeben kann. Wir ſind eine unzähliche Menge Philoſophen übergangen, die nichts als fremde Kenntniſſe beſaßen, und nur ſchwankende Konjekturen wagten. Kamen ſie von ſelbſt auf einige Wahrheiten, welche nachher die Zeit beſtätigt hat, ſo war dieſe gar nicht auf Demonſtrationen gegründet. Die Beobachter welche die rohen Kalender verfertigten, betrachteten den Zuſtand des Himmels, faßten die Erſcheinung auf, wie ſie ſie bemerkten, und ſtellten ohne allen Plan und ohne Wahl Betrachtungen an. Selbſt Ariſtyllus und Timochares öffneten nur den wahren Weg; ihre Beobachtungen waren nützlich und nothwendig; allein ſie waren doch noch weiter nichts, als eine Beſchreibung des Himmels. Ariſtarch ſtellte zuerſt eine Beobachtung an, die nach einer theoretiſchen Methode vorhergeſagt war, eine Beobachtung, wodurch die Gränzen des Himmels erweitert wurden. Ihm fiel das lächerliche Verhältniß auf, das Pythagoras und die Philoſophen ſeiner Sekte für die Entfernungen der Sonne und des Mondes von der Erde angenommen hatten. Ihnen zu Folge war die Sonne nur drei, oder gar ein und ein halb mal ſo weit von uns als der Mond. Er unternahm es, dieß Verhältniß auf eine der Genauigkeit und der Demonſtration fähigen Art zu meſſen, und verfuhr dabey auf folgende Weiſe.

§. 14.

Denkt man ſich drey Linien, welche die Mittelpuncte der Sonne, des Mondes und der Erde mit einander vereinigen, ſo bilden dieſelben ein Dreieck. Nun lehrt die Geometrie, daß, wenn die drei Winkel gegeben ſind, auch das Verhältniß der Seiten und folglich das Verhältniß der Entfernung dieſer Körper bekannt iſt. Die Summe dieſer Winkel iſt beſtändig, nämlich im-

mer gleich zweien rechten Winkeln, oder zwei mal 90° eines Kreiſes; man braucht alſo nur zwei zu kennen, um daraus den dritten zu beſtimmen. Es war leicht, vermittelſt eines kreisförmigen Inſtruments, den Winkel zu meſſen, den die Geſichtsſtrahlen die von der Erde gegen den Mond und die Sonne gerichtet ſind, mit einander machen; allein dieſe Beſtimmung war nicht hinreichend; die beiden andern Winkel blieben noch unbeſtimmt. Ariſtarchs Genie führte ihn bald auf die Bemerkungen daß es nur einen einzigen Fall gäbe, in welchem einer von beiden Winkeln ein rechter Winkel ſei a); dieſer ſindet nämlich Statt, wenn wir das erſte oder letzte Viertheil haben, oder wenn uns der Mond grade die Hälfte ſeiner erleuchteten Scheibe zeigt. Man ſieht leicht, daß die Linien, die aus der Sonne und aus der Erde nach dem Mittelpunkt des Mondes gezogen werden, daſelbſt einen rechten Winkel bilden. Da alſo dieſer Winkel ein rechter Winkel und der andere durch die Beobachtung bekannt iſt: ſo ſind folglich die Winkel des Dreiecks und die Verhältniſſe der Seiten gegeben b). Alles dieß iſt ſtreng wahr, und es findet weiter keine

a) De magnitudinibus et diſtantiis ſolis et lunae.

b) Man bemerkt leicht, daß die Linie SL (Fig. I.), die aus der Sonne bis zum Mittelpunkte des Mondes gezogen iſt, ſenkrecht auf der erleuchteten Oberfläche ſteht und ſie in zwei gleiche Theile theilt. Der Theil AB iſt alſo ein Viertel des Umkreiſes, und der Winkel am Mittelpunkte des Mondes, der von den Linien TL und SL gebildet wird, iſt ein rechter Winkel weil ſie ein Viertheil der Peripherie oder 90° einſchlieſſen. Der Winkel STL iſt die Elongation des Mondes oder ſeine Entfernung in Rückſicht auf die Sonne. Die Entfernungen in der Aſtronomie ſind von doppelter Art: geradlinige und kreisförmige. Die geradlinige Entfernung zweier Weltkörper iſt die gerade Linie, welche ihre Mittelpunkte mit einander verbindet. wie SL, ST, LT. Die kreisförmige oder vielmehr die Winkel-Entfernung, die man Elongation nennt, iſt der Winkel zwiſchen den Linien, die aus dem Mittelpunkte der Erde bis zum Mittelpunkte der beiden andern Körpern gezogen ſind.

Ungewißheit dabei Statt, als die, welche aus der Schwierigkeit entſpringt, denn Augenblick zu beſtimmen, wann genau die Hälfte der Mondesſcheibe erleuchtet iſt.

Ariſtarch fand, daß der Elongationswinkel nicht kleiner als 87° ſeyn könnte, und ſchloß daraus, daß die Entfernung der Sonne von der Erde ungefähr neunzehn mal ſo groß ſei, als die Entfernung der Erde vom Monde a): dieß Verhältniß beträgt nicht den zwanzigſten Theil des wahren Verhältniſſes. Allein ungeachtet dieſes Fehlers hatte Ariſtarch einen großen Schritt für die Kenntniß der Entfernung der Sonne von der Erde gethan, die erſt zwei tauſend Jahre nach ihm genau bekannt werden ſollte. Seine Methode, die einer gewiſſen Genauigkeit fähig iſt, macht ihm viel Ehre, um ſo mehr, da ſie lange Zeit die beſte war deren man ſich bedienen konnte. Riccioli und mehrere Aſtronomen des letzten Jahrhunderts haben mit einigen glücklichem Erfolge Gebrauch von ihr gemacht; und wenn ſie ſich mehr der Wahrheit näherten als Ariſtarch, ſo kam dieß bloß daher, weil ſie genauere Inſtrumente und Fernröhre beſaßen, die ihm fehlten.

§. 15.

Ariſtarch ſcheint ſich mit den wichtigen aſtronomiſchen Arbeiten beſchäftigt zu haben; er beobachtete den Sonnenſtandspunkt im Jahre 281 vor unſrer Zeitrechnung a). Wir vermuthen, daß er die Entfernung der Erde vom Monde auf 56 Erdhalbmeſſer beſtimmt oder wenigſtens geſchätzt hat b); und dieſe Beſtimmung trifft beinahe völlig zu. Er betrachtete den Schattenkegel, der die undurchſichtige Erde auf die der Sonne entgegengeſetzte Seite wirft, und zeigte, daß die Breite deſſelben an dem Orte, wo der Mond durch ihn hindurch geht, wenn er verfinſtert wird, doppelt ſo groß ſei, als der Durchmeſſer des Mondes c). Er verglich die Größe der Sonne und des Mondes mit der Größe der Erde: ſeine Behauptung

a) Erläut. §. 8.
b) Ptolemaei Almag. Lib 3, c. 2.
c) Erläut. §. 9.
d) De magnit. et diſt. ſolis et lunae.

daß der Sonnendurchmeſſer nur ſechs bis ſieben mal ſo groß ſei, als der Durchmeſſer der Erde, war ſehr irrig, indeß entfernte er ſich nicht ſehr von der Wahrheit, wenn er ſagte daß der Durchmeſſer des Mondes ungefähr ein Drittel davon betrüge a). Die Methode, durch welche Ariſtarch auf dieſe Reſultate gekommen war, iſt unbekannt; die nähern Umſtände davon ſind durch die Zeit verloren gegangen. Wir können folglich bei dieſen Kenntniſſen nicht unterſcheiden, was ältern Zeiten zugehört. Indeß haben wir doch Beweiſe, daß Ariſtarch von den Chaldäern einigen Ueberreſt des Alterthums geerbt hatte. Dieſe Beweiſe ſind Konjekturen, deren glückliche Uebereinſtimmung eine Art von Ueberzeugung mit ſich führt. Wir haben bemerkt, daß die Alten viele von den Revolutionen hatten, welche große Jahre genannt wurden, und aus einer gewiſſen Anzahl gemeiner und bürgerlicher Jahre beſtanden. Es iſt uns davon noch eine von 2484 Jahren geblieben, die dem Ariſtarch zugeſchrieben wird b). Man hat bis jetzt den Zweck dieſer Periode weder gekannt, noch unterſucht: wir glauben ihn entdeckt zu haben. Das große Jahr von 2484 Jahren iſt eine Periode, welche die Sonne und den Mond mit einem und demſelben Stern in Konjunktion bringt c). Man bediente ſich gewiß deſſelben in der prophetiſchen und natürlichen Aſtrologie; ſie ſetzt aber die Sonnen- und Mondrevolutionen ſo voraus, wie ſie bei den Chaldäern beſtimmt waren. Dieß iſt ein ziemlich ſicherer Beweis für die Richtigkeit unſrer Konjekturen. Man ſieht ſogar daraus, daß die Chaldäer in Abſicht auf die Sonne zwei Mondumläufe gekannt haben können; eine ältere und eine neuere und weniger genaue c). Durch dieſe Unterſuchungen, und durch eine ſorgfältige Prüfung aller dieſer Umſtände kann man hinter das Geheimniß der Alten kommen, und ihre, durch die Zeit und Barbarei verlornen Reichthümer wieder aufleben laſſen.

a) Ebendaſ. b) Cenſorin. de die natali, I, §. 18
c) Erläut. §. 10 d) Ebendaſ. §. 11.

§. 16.

Ariſtarchs feinſte und merkwürdigſte Beobachtung des Sonnendurchmeſſers. Archimedes a) erzählt uns, dieſer Aſtronom habe den Winkel gemeſſen, deſſen Spitze im Auge liegt und die Länge dieſes Durchmeſſers in ſich faſſt. Seiner Beobachtung zufolge machte er den 720ſten Theil des Kreiſes aus, den die Sonne um die Erde beſchreibt. Dieß Reſultat entfernt ſich nicht ſehr von der Wahrheit, ungeachtet die Operation ſchwer iſt. Archimedes ſcheint freilich an ihrer Genauigkeit zu zweifeln. Das Geſicht, ſagt er, die Hand, die Inſtrumente, deren man ſich bedienen muß, ſind nicht geſchickt das nöthige Zutrauen einzuflößen. Dieſer Zweifel würde ſelbſt bei uns noch mehrere Bedenklichkeiten hervorbringen, wenn Archimedes nicht eine ähnliche Beobachtung angeſtellt hätte, die dazu dienen kann, den Werth von Ariſtarchs Beobachtung zu beſtimmen. Dieſe beiden großen Männer waren beinahe Zeitgenoſſen. Was wir über dieſen Punkt vom Archimedes zu ſagen haben, wollen wir hier vorausſchicken, und die Methode beſchreiben, deren er ſich zur Meſſung des Sonnendurchmeſſers bediente.

Auf das Ende des langen hölzernen Lineals ſetzte er vertikal einen kleinen Cylinder, ebenfalls von Holz und abgerundet. Von dem andern Ende beobachtete er die Sonne, und ſchob den kleinen Cylinder ſo lange, bis die Sonnenſcheibe ganz bedeckt war. Darauf verrückte er ihn wieder, bis er die Stralen von jedem Rande hervorkommen ſah, und den kleinſten ſichtbaren Theil der Sonne unterſchied. Der wahre Durchmeſſer dieſes Geſtirns fiel alſo zwiſchen zwei Größen, wovon die eine zu groß und die andere zu klein war. Es kam daher nur noch darauf an, den Winkel zu beſtimmen, den der kleine Cylinder in dieſen beiden Lagen im Hintergrunde des Auges machte. Allein dieß erforderte eine ungemein

a) In arenario. Wallis opera T. III. p. 515

ſorgfältige Aufmerkſamkeit, welche jedoch Archimedes Genie nicht fehlte. Die Spitze eines Winkels iſt nur ein Punkt; hier waren die beiden Augen auf gleiche Weiſe gebraucht worden, die beiden Augenaxen waren durch eine Entfernung getrennt, die man kennen mußte. Er nahm in dieſer Abſicht zwei runde Körper von gleicher Größe, wovon der eine weiß war. Dieſe legte er ſo, daß der weiße Körper in einiger Entfernung hinter dem andern lag, und beobachtete, ob er ganz bedeckt wurde. Er wiederholte denſelben Verſuch mit zwei andern Körpern, die immer unter ſich gleich, aber größer oder kleiner, als die erſten waren, ſo lange, bis er zwei gefunden hatte, welche von der Größe waren, daß der weiſſe Körper genau bedeckt wurde, das heißt, daß die Axen beider Augen die beiden Körper berührten und unter einander parallel liefen. Der Durchmeſſer dieſer Körper war alſo die Entfernung der beiden Augenaxen a). Darauf zog er auf der Breite des hölzernen Lineals an den Ort, wo ſich die Augen bei der erſten Beobachtung befunden hatten eine Linie, die ſo groß war wie dieſe Entfernung. Von den beiden Enden dieſer Linie zog er ferner zwei Tangenten an den kleinen Cylinder, und die gegenſeitige Neigung dieſer Tangenten gab ihm einen Winkel, der den Durchmeſſer der Sonne ausdrückte. Auf die Art fand er, daß derſelbe weder kleiner war, als der 200ſte Theil, noch größer als der 164ſte Theil

a) Nach des Verf. Erzählung bediente ſich Archimedes bei dieſer Beobachtung beider Augen zugleich, wovon aber beim Archimedes gar nichts geſagt wird. Auch iſt es ſo ganz natürlich mit einem und nicht mit zwei Augen nach einem Gegenſtand zu viſiren. Was übrigens das Verfahren Archimeds die Spitze des den ſcheinbaren Durchmeſſer beſtimmenden Winkels zu finden, betrifft, ſo mögte daſſelbe wohl nicht ganz richtig ſeyn. Ohne Zweifel wurde das gegenſeitige Bedecken der beiden Körper vorzüglich durch die Biegung der Lichtſtralen bewirkt, die eben ſo wenig dem Archimedes als ſeinen Ueberſetzer und Kommentator Sturm bekannt war.

Ueberſetzer.

eines rechten Winkels a). Archimedes konnte alſo glauben, Ariſtarch habe ſich einer ähnlichen Methode bedient, und aus dieſen beiden verſchiedenen Beobachtungen eine mittlere genommen und geſchloſſen, daß der Sonnendurchmeſſer den 720ſten Theil des Kreiſes betrage, denn dieſer 720ſte Theil iſt mit dem 180ſten Theil des rechten Winkels einerlei, welches ungefähr das Mittel zwiſchen den beiden Beſtimmungen Archimeds iſt. Es fehlten zu ſolchen Beobachtungen nur gute Inſtrumente. Von allen Hülfsmitteln entblößt thaten ſie mit ihren Sinneswerkzeugen alles, was man nur erwarten konnte.

§. 17.

Archimedes der uns dieſe Beobachtung umſtändlich beſchreibt, ſagt nicht, welcher Mittel ſich die Alten bedienten, um das Licht zu ſchwächen, und ſeinen blendenden Glanz zu mildern. Der Beobachter hätte nicht den geringſten ſichtbaren Theil der Sonne unterſcheiden können, wenn dieß Geſtirn ganz in ſeine Strahlen eingehüllt geweſen wäre. Die Anſtrengung des Auges, und die daraus erfolgte Uebereilung würden beträchtliche Fehler erzeugt haben. Vermuthlich haben ſie ſich gefärbter Gläſer bedient; denn aus ihren falſchen Smaragden und aus unzähligen Stellen der alten Schriftſteller b) erhellt ſehr deutlich, daß ſie die Kunſt beſaßen, das Glas bei der Verfertigung zu färben c). Es ergiebt ſich ferner aus der Beſchreibung dieſer Beobachtung, daß die Dioptern noch nicht erfunden waren. Hätte Archimedes dieſe gekannt, ſo hätte er die feine Korrektion, die er mit ſeiner erſten Beobachtung vornahm, nicht nöthig gehabt. Die Methode des kleinen Cylinders erinnert uns an die Scheibe,

a) Dieſem zufolge iſt der Sonnendurchmeſſer 27′ oder 32′ 55″.

b) M. de Valois traité du verre. Hiſt. Acad. Inſcript. Tom. I. p. 112.

c) Der Graf v. Cailus hat wirklich gefunden, daß Seneca im 1ſten Buch der Quaeſt. natural. von beräuchertem Glaſe ſpricht, deſſen wir uns bei der Beobachtung der Sonne bedienen.

wovon wir in der ältern Aſtronomie geredet haben a). Dieß Inſtrument war zu den Zeiten des Ariſtoteles, und ohne Zweifel lange vorher im Gebrauche. Offenbar iſt die Methode von Archimedes weiter nichts als eine ſinnreiche Anwendung der andern ältern Methode.

§. 18.

Ariſtarch, der in einer Schule lebte, wo man ſich zu belehren ſuchte, wo die Fortſchritte kaum angefangen waren, durfte ſichs nicht erlauben, Syſteme zu bilden. Er beſaß Genie genug, um ſich in neuen Konjekturen zu verirren, und Beurtheilungskraft, um unter den alten Syſtemen eine richtige Wahl zu treffen. Aber durch die Annahme der Hypotheſe von der Bewegung der Erde b) widerſprach er der durch Jahrhunderte von dem Volke geheiligten Meinung. Auch wurde er, eben ſo wie Galiläi, von dem Stoiker Kleanthes der Gotteslöſterung angeklagt, weil er die Ruhe der Veſta oder der Erde, und der Laren der Beſchützer des Weltalls geſtört habe c). Ueberall findet man daſſelbe Bemühen das Neue zu verbannen, beſonders wenn es nützlich und rühmlich iſt. Aber wahrſcheinlich, wie Montucla d) bemerkt, war die Anklage nicht gerichtlich. Weder Plutarch noch irgend ein andrer Schriftſteller ſagt, daß der Nachfolger des Zeno den Ariſtarch vor den Tribunalen als einen Anhänger der pythagoräiſchen Meinung angeklagt habe. Alsdann iſt der Philoſoph allein ſtrafbar, und die Nation gerechtfertigt. Solche Privatſtreitigkeiten kommen in dem gemeinen Gange der Dinge vor. Verläumderiſche Nachreden ſind der Troſt des Neides und in allen Jahrhunderten hat der Haß dieſe ärgerliche Geſchichte erneuert, und dem Kleanthes viele Nachfolger verſchafft.

a) Geſch. d. Sternk. des Alterth. 1. Band S. 296.
b) Archimedes, *in aren.* Wallis T. III. p. 514.
c) Plutarch, de facie in orb. lunae, §. 4.
d) Hiſtoire des Mathematiques, Tome I. p. 203.

§. 19.

Die durch Philolaus fortgepflanzte und vom Ariſtarch angenommne Meinung, daß die Sonne im Mittelpunkte der Welt ruhe, und die Erde ſich um ſie herum bewege, fand in der alexandriniſchen Schule keinen Beifall. Dieſer Gedanke zu groß für die damalige Faſſungskraft des menſchlichen Geiſtes, fand nur einen Kopf, worin er exiſtiren konnte. Nichts beweiſet beſſer, daß dieſe Hypotheſe, ſowohl in der pythagoräiſchen Schule, als auch in Indien und in Babylon nie etwas mehr als Meinung war. Man vergaß nicht, daß man ſie als eine Wahrheit betrachtet hatte; ſie wurde geſchätzt, wie jene berühmte Familien, deren Urſprung ſich in der Nacht der Zeiten verliert, und deren alter Adel keine andere Stützen hat, als die Ungewißheit, die aus dieſer Dunkelheit entſpringt, ein anerkanntes Alterthum und der Glaube einer langen Reihe von Jahrhunderten. Die Wahrheit von der Bewegung der Erde konnte ihre Anſprüche nicht erweiſen, als Hipparch über alles eine ſtrenge Unterſuchung anſtellte und die Aſtronomie ganz von neuem wieder anfing. Dieſer große Mann verwarf ſie, als einen alten Irrthum, den ſein berühmter Vorgänger zu leichtſinnig angenommen hatte. Ariſtarch war damals ungefähr in derſelben Lage in welcher heut zu Tage ein Mann von Kopf ſein würde, der das Syſtem der Wirbel erneuerte. Alle Thatſachen würden gegen ihn ſprechen. In den Augen des Stifters der neuern Aſtronomie waren alle Fakta für die Bewegung der Sonne. Aus den vielen Jahrhunderten, die dazu gehörten, dieß ſo natürliche, dem Verhältniſſe der Sinne ſo zuſtimmende Syſtem zu zerſtören; und aus der Zeit und den zur Rückkehr der ſchon bekannten aber verbannten Wahrheit nothwendigen Anſtrengungen, wird man beurtheilen, wie viele Jahrhunderte, wie viele Bemühungen und Kenntniſſe vor ihrer Gründung haben vorhergehen müſſen, und entſcheiden können, ob wir Unrecht hatten, wenn wir dieſe Entdeckung einer alten und urſprünglichen Aſtronomie zuſchreiben.

§. 20.

Nicht weniger merkwürdig und ſchön iſt die Idee, welche uns Ariſtarch über die Sternſphäre hinterlaſſen hat. Er glaubte, dieſe Sphäre ſei ſo ausgedehnt, die Entfernung der Sterne ſo groß, daß der Kreis, den die Erde bei ihrer Bewegung beſchreibt, zu dieſer Entfernung ſich eben ſo verhalte, wie der Mittelpunkt der Kugel zu ihrer Oberfläche. Archimedes griff dieſen Satz des Ariſtarchs an a). Der Geometer ſuchte darin eine Genauigkeit des Ausdrucks, die nicht darin liegt, er verſtand den Aſtronomen nicht, und wurde die Idee des Unendlichen, die darin enthalten iſt, nicht gewahr. Das Centrum einer Kugel iſt nämlich ein untheilbarer Punkt, der keine in die Sinne fallende Ausdehnung hat; die Oberfläche beſteht aus einer unendlichen Menge dieſer Punkte; der Mittelpunkt einer Kugel verhält ſich daher zu ihrer Oberfläche, wie die Einheit zum Unendlichen. Ariſtarch wollte alſo ſagen, der Kreis, den die Erde um die Sonne beſchreibt, iſt im Vergleich mit der ungeheuern Entfernung der Sterne weiter nichts, als ein unmerklicher Punkt. Dieſer Aſtronom ſagte alſo eben das, was nachher Kopernikus ſagte, um dem Einwurfe zu begegnen, daß, wenn die Erde einen Kreis beſchriebe, die Sterne in der Zeit von einem Jahre in verſchiedenen Punkten des Himmels ſtehen müßten, ſo wie etwa für einen Reiſenden die Gegenſtände ihren Ort verändern. Kopernikus wagte es, zu behaupten, der Kreis, den die Erde beſchreibe, würde, in der Entfernung der Sterne geſehen, nur als ein Punkt erſcheinen, und gegen ſie verhielte ſich unſere Erde, als wenn ſie ſich gar nicht bewegte.

Es iſt zu bemerken, daß Kopernikus gleichſam durch den Einwurf gezwungen ſich zu dieſer Idee erhob. Er that einen Sprung, um dieſe Schwierigkeit zu überſteigen; der Schlag brachte den Funken hervor: und dieſe erhabnen Ideen, die das Univerſum vergrößerten, entſprangen damals aus einem Zwerge, wie ſie zuwei-

a) Archimedes ebendſ.

len in der Dichtkunſt aus der Sklaverei des Reims entſpringen. Ariſtarch kann nur durch eine nicht gemeine Kraft der Seele zu dieſem Gedanken gelangt ſeyn, ſelbſt wenn man annimmt, daß es nicht ſeine eigne, ſondern nur eine angenommene Idee war. Auch glauben wir kaum, daß Ariſtarch von ſelbſt darauf gekommen war.

Dieſe Wahrheit iſt noch weit erhabner, und der Zugang zu ihr weit ſchwerer, als die Wahrheit von der Bewegung der Erde. Die eine gehört eben ſo wenig dem Ariſtarch, als die andre. Wir haben auf der Erde den Weg bezeichnet, den die Meinung von der Bewegung der Erde genommen hat; die Aſtronomie ging von dem Lande, wo ſie vervollkommnet war, aus, und wurde in Chaldäa und in Indien, wo Pythagoras ſie ſuchte, als fremd aufgenommen. Beide Meinungen haben ohne Zweifel denſelben Weg gehen müſſen, und man kann annehmen, daß ſie einem und demſelben Lande ihren Urſprung verdanken. Ueberdieß waren auch die Elemente, worauf ſie ſich gründen mußten, zur Zeit des Ariſtarch nicht mehr da. Die Erfahrung hat uns das Fortſchreiten des menſchlichen Geiſtes kennen gelehrt. Hat er einen Theil der Laufbahn zurück gelegt, ſo zwingt ihn ſeine erſchöpfte Kraft, ſtill zu ſtehn. Es giebt für ihn nothwendige Stillſtandspunkte und Zwiſchenzeiten, über die er, erſt nach mehrerer Ruhe, weiter hinaus fortſchreiten kann. Wir können uns das Unendliche nicht anders als durch wiederholte Vermehrungen und ſucceſſive Zuſammenhäufungen vorſtellen. Weil man zu einer Summe von Einheiten immer eine neue hinzulegen kann, ſo hat der in ſeinen Fähigkeiten begränzte Menſch, deſſen Schwäche, um dieſe unendliche Operation zu vollenden, einen Ruhepunkt verlangt, und dieſe Möglichkeit, die immer dieſelbe bleibt, zu endigen, in der Ferne ſeiner Gedanken dieß Unendliche erfunden, das er weder erreichen noch faſſen kann. Man konnte alſo nicht auf einmal dahin gekommen ſeyn. Es mußten Ideen vorhergehen, und dieſe mußten wieder von größern begleitet

werden. Der Weltraum mußte durch allmähliche Entdeckungen vergrößert werden. Das Univerſum ſchien in verſchiednen Jahrhunderten verſchiedne Größen zu haben; es dehnte ſich durch die Arbeiten, durch die Entdeckungen aus, ſo wie die Erde in den Augen des unwiſſenden Reiſenden, der ſo eben ſeinen Heerd und ſeinen Horizont verläßt, unermeßlich wird. Dann erſt erlangte endlich das Univerſum ſeine majeſtätiſche und unermeßliche Größe, als der menſchliche Verſtand ermüdet, Räume auf Räume zu häufen, unendlich nannte, was ſich ſeinen Sinnen und ſeinen Meſſungen entzog. Man bedienet ſich nicht ohne Grund des figürlichen Ausdrucks, Gang des menſchlichen Verſtandes; er rückt durch aneinander hangende Ideen vorwärts, ſo wie wir durch wiederholte Schritte uns von einem Orte zum andern begeben. Das Unendliche iſt der Abgrund, worein ſich unſre Gedanken verlieren. Es iſt nicht natürlich, ſich in Abgründe zu ſtürzen, und ſtieg der Menſch in dieſe grundloſe Tiefe hinab, ſo wurde er durch einen Abhang hineingeriſſen.

Wir wollen jetzt unterſuchen, welch einen Grad von Vollkommenheit die Kenntniſſe zu Ariſtarchs Zeit erlangt hatten, und durch die Berechnung der natürlichen Kräfte den Weg ſchützen, den er hat thun können. Pythagoras glaubte, die Sonne ſei dreimal ſo weit von uns entfernt, als der Mond. Ariſtarch, beſtimmt, das Univerſum zu vergrößern, konnte ſich nicht entſchließen, dieſen ungereimten Satz anzunehmen; er bewies durch eine genaue Methode, daß die Entfernung der Sonne wenigſtens achtzehn mal ſo groß ſei, als die des Mondes, und er fühlte ſich wohler in einer Welt, deren Gränzen er erweitert hatte. Dieſe noch ſehr kleine Entfernung konnte nicht auf die Idee des Unendlichen führen. Es war mehr als einmal nothwendig, die Sonne zu verſetzen, und nach und nach mit den ungeheuern Entfernungen dieſes leuchtenden Geſtirns und der Planeten, die daſſelbe umgeben, vertraut zu werden, ehe die Köpfe, die ſie aufnehmen ſollten, fähig,

und das Unendliche zu faſſen im Stande waren. Ariſtarch hatte einen Schritt gethan, um aus dem Irrthume zu kommen; allein die Wahrheit war ſo weit entfernt, daß man, um ſie zu erreichen, noch einen großen Weg zurück legen mußte. Das Leben und die Kräfte eines Menſchen würden nicht zugereicht haben, ihn zu durchlaufen. Grade weil er ſich ſehr anſtrengte, weil ſeine Kraft durch dieſe Anſtrengung ſelbſt gemeſſen wurde, grade deswegen haben wir ein Recht zu ſchlieſſen, daß er den Vortheil, weiter zu gehen, neuen Anſtrengungen und neuen Generationen würde überlaſſen haben, wenn er nicht in der alten Philoſophie dieſe Idee von der unendlichen Entfernung der Sterne gefunden hätte, eine Idee, die ihm wegen der ganz beſondern Aehnlichkeit mit ſeinen Ideen auffallen mußte. Er faßte ſie mit Hülfe deſſelben Inſtinkts auf, der ihn darauf leitete, die Sonne von uns zu entfernen. Wäre er aber allein in ſeinem Jahrhunderte geweſen, ſo würde ihm dieſer Inſtinkt, oder vielmehr das Genie, ſie zu faſſen, gefehlt haben. Sie lag auſſer ſeinem Geſichtskreiſe, gleich den Gegenſtänden, welche ſich unter dem Horizonte befinden, und die man nur von einer Anhöhe ſehen kann. Iſt der Berg ſteil und rauh, ſo gehört Muth und Zeit dazu, ihn zu erklimmen. Ueberdieß iſt auch der Umſtand, daß Ariſtarch, als er dieſe Idee aufnahm, ſie nach den griechiſchen Ideen umformte, ein neuer Beweis für unſre Behauptung. Man ſieht, daß dieſer große Mann, der ſich durch einen vortrefflichen Gedanken erhebt, doch in Abſicht des Ausdrucks von ſeinem Jahrhunderte abhängt. Er ſpricht von der Sphäre der Sterne, weil Eudoxus, nach den furchtſamen Schritten ſeiner Vorgänger, ſich kugelförmige Decken dachte, um daran die Sterne und die Planeten zu befeſtigen. Die Griechen ſetzten, zufolge ihrer kleinlichen philoſophiſchen Begriffe, alle Sterne in gleiche Entfernung, und ſäeten ſie auf einem feſten hohlen Gewölbe aus, welches durch eine einzige Bewegung um die Erde geführt wurde. Wer eine erhabne Idee ſelbſt faßt, ſelbſt

hervorbringt, begränzt ſie nicht durch kindiſche Einſchränkung; dieß thut nur der, der ſie aufnimmt, und ſie durch die Vorurtheile ſeiner Zeit ſieht, deren Farbe ſie nothwendig annehmen muß. Aber eine neue Wahrheit iſt weder in das modiſche Gewand der Nation, noch des Jahrhunderts gekleidet, ſondern ſie erſcheint bei ihrem Eintritte in die Welt völlig nackt.

Wir ſind daher geneigt zu glauben, daß dieſe Meinung von der unendlichen Entfernung der Sterne der ältern Aſtronomie gehört. Wir verſprachen, in dem Fortgange dieſer Geſchichte auf jene koſtbaren Trümmer der ältern Kenntniſſe, die aus dem Schiffbruche aller übrigen gerettet worden, aufmerkſam zu machen. Die Meinung, die wir im Anfange dieſes Werks aufgeſtellt haben, gründet ſich auf den ganzen Umfang einer Menge von Beweiſen, die hier nach und nach erzählt werden ſoll. Sie iſt der Zeitordnung zufolge früher vorgetragen, als dieß nach der Ordnung unſrer Betrachtungen hätte geſchehen ſollen. Wir machten ſie zur Grundlage der ganzen Geſchichte der Aſtronomie, da ſie doch eigentlich nur das Reſultat davon iſt. Ohne eine aufmerkſame Unterſuchung, ohne das Licht, welches dieſe Idee über die aſtronomiſchen Arbeiten aller Jahrhunderte verbreitet, würden wir keinen Zuſammenhang, keine Folge in den Operationen des menſchlichen Verſtandes gefunden haben. Wir hätten ihm unnatürliche Seltſamkeiten zuſchreiben müſſen. Sein Gang kann aufgehalten werden, aber er fängt durch aneinander gekettete Schritte wieder an. Die Ideenerzeugung geſchieht, wie die Erzeugung lebendiger Weſen, in einem ununterbrochenen Zuſammenhange. Der Keim und der Grundſtoff der Wiſſenſchaften und Künſte liegt in dem erſten Kopfe, der ſich durch Anſtrengung ſeiner Kräfte entwickelt, ſo wie die belebten Geſchöpfe die Quelle ihres Daſeyns in dem erſten Individuum haben, welches von dem höchſten Weſen beſtimmt wurde, die Welt zu bevölkern. Jede andere Art, ſich das Fortſchreiten des menſchlichen Verſtandes zu denken, ſcheint uns ſich ſelbſt widerſpre-

chend. Die Vollkommenheit des Menſchen entwickelt ſich unmerklich durch die Uebung ſeiner Organe, und durch ähnliche Fortſchritte, wie die Fortſchritte ſeiner phyſiſchen Konſtitution, die ſtufenweiſe in ſeiner Jugend ſtärker wird, und bei der Abnahme im Alter ſich eben ſo nur allmählig verändert.

§. 21.

Euklid blühete unter dem erſten der Ptolemäer. Seine Elemente haben ihn unſterblich gemacht. Er vereinigte alle geometriſche Elementar-Wahrheiten, und legte dadurch für die mathematiſchen Wiſſenſchaften einen dauerhaften Grund. Dieß Buch hat, ungeachtet ſeines hohen Alters, weder von ſeinem Verdienſte, noch von ſeinem Anſehn verloren. Nach zwanzig Jahrhunderten ſind Euklids Elemente noch immer das erſte Lehrbuch, welches beim Anfange des mathematiſchen Unterrichts zum Grunde gelegt wird. Wir haben von Euklid ein Buch unter dem Titel: Phänomene a). Es beſchäftigt ſich mit Gegenſtänden, welche die alte Aſtronomie betreffen, der Umdrehung des erſten Beweglichen (primi mobilis), die geometriſche Erklärung der graden und ſchiefen Aufſteigung, den Aufgang und Untergang, ſowohl der Sterne als verſchiedner Punkte der Ekliptik für verſchiedene Klimate. Es iſt eine Abhandlung über die Sphäre, und ungeachtet dieſelbe weder angeführt wird, noch bekannt iſt, ſo glauben wir doch, daß ſie das Muſter aller übrigen Werke dieſer Art war. Vielleicht war Euklid der erſte, der die Erſcheinungen der verſchiednen Neigungen der Kugel auf eine geometriſche Art erklärte.

Die Namen hatten ſich verändert. Zu den Zeiten des Eudoxus, des Chiron, und ohne Zweifel noch früher im Oriente, bedeutete Sphära die Beſchreibung des Himmels, der Sternbilder und ihrer Lage, ſowohl unter einander, als auch in Beziehung auf die größten Kreiſe der Welt. Man vermuthete nicht bloß,

a) Es iſt in den Werken des P. Merſenne abgedruckt.

daß die Erſcheinungen des Aufganges und Unterganges der Sterne in andern Ländern verſchieden waren; ſondern auch die Reiſen unterrichteten den aufmerkſamen Beobachter davon. Als man bemerkte, daß dieſe Phänomene nicht überall dieſelben waren, ſo ſuchte man die allgemeinen Urſachen davon auf. Die Griechen verfertigten zu Alexandrien große Armillen von Kupfer, die, wie wir oben a) ſchon beſchrieben haben, aus einem Aequator und zweien, auf Polen beweglichen, Koluren unter einem feſten, und auf dem Horizont ſenkrechten, Meridian beſtanden. Ein jeder von dieſen Kreiſen war ein Ring; das Ganze nannte man Sphära: daher das Wort Ringkugel (ſphaera armilla). Dieſe Griechen, die in der platoniſchen Schule mit dem geometriſchen Geiſte vertraut geworden, bedienten ſich der Methode, ſchwere Aufgaben dadurch aufzulöſen, daß man ſie in den äußerſten Fällen betrachtet. Sie ſtellten ihre Kugel in eine vertikale Lage. Der Pol war im Zenith, der Aequator im Horizont. In dieſem Falle gehen die Sterne über dem Aequator niemals unter; und die, welche ſich unter dem Aequator befinden, niemals auf. Die Sonne, welche ſechs Monate über und ſechs Monate unter dem Horizont iſt, macht in der Zeit von einem Jahre nur einen Tag und eine Nacht. Alle Sterne beſchreiben bei ihrer täglichen Revolution Kreiſe, die mit dem Horizonte parallel laufen. Dieß ſind die Erſcheinungen am Pole, wo die Sphäre parallel iſt. Sie unterſuchten den entgegengeſetzten Fall; nämlich, wenn der Aequator ſenkrecht durch den Scheitelpunkt geht, oder die beiden Pole im Horizonte liegen. Alsdann ſchneidet dieſer Kreis den Aequator und alle Parallelkreiſe in zwei gleiche Theile; eine Hälfte des Himmels folgt beſtändig der andern, und die Sonne macht das ganze Jahr hindurch die Tage den Nächten gleich. Dieß ſind die Erſcheinungen, die unter dem Aequator ſtatt finden, wo die Sphäre geradeſtehend iſt.

a) Geſch. der Sternk. des Alterth. 1. B. S. 54.

In allen mittlern Fällen, wo der Pol mehr oder weniger über dem Horizonte erhaben iſt, nehmen die Erſcheinungen mehr oder weniger an den Erſcheinungen dieſer beiden äuſſerſten Fälle Theil, und alle Sterne gehen ſchief auf; dieß nennt man die ſchiefe oder geneigte Sphäre. Hier entſtand die Theorie der Sphäre, oder mit andern Worten, die Kenntniß der größten Himmelskreiſe, und ihre Lage in Beziehung auf den Horizont; daraus ergeben ſich die Erſcheinungen des Aufgangs und Untergangs in Rückſicht auf das Klima. Dieſe Wiſſenſchaft haben wir der alexandriniſchen Schule zu verdanken. Die Orientaler kannten ſie nicht, oder wenigſtens nur unvollkommen. Es war das Werk der Griechen, die immer geneigt, die Kenntniſſe allgemein zu machen, mit Hülfe der Geometrie nach ſicherern Regeln in dieſer Schule verfuhren. Euklid ſammelte dieſe Regeln, und bearbeitete daraus die Elemente der Theorie der Sphäre.

§. 22.

Wir widmen hier dem Manetho, einem ſowohl in der Aſtrologie als auch in den griechiſchen und ägyptiſchen Wiſſenſchaften berühmten Aegypter, eine Stelle. Er iſt durch die Auszüge ſeiner Geſchichte der Könige von Aegypten bekannt, die in dem Joſephus und Syncellus eingeſtreut ſind. Alle ſeine Werke über die Aſtronomie, die Phyſik und die Chronologie ſind verloren gegangen. Ein einziges wurde unter der dem Titel Apotelesmatica in der Bibliothek der Medicis von Florenz wiedergefunden; dieß Manuſcript war ſehr alt. Lukas Holſtenus zweifelte jedoch an ſeiner Aechtheit; allein Gronovius hat ſo evidente Beweiſe des Alterthums darin gefunden, daß alle Zweifel gehoben ſind. Uebrigens hat er mit ſeiner Ueberſetzung der Welt kein wichtiges Geſchenk gemacht. Es iſt ein bloß aſtrologiſches Werk, welches die ägyptiſche Kunſt, durch Hülfe der Sterne künftige Begebenheiten vorherzuſagen, enthält. In dem zweiten Buche findet man einige Grundſätze von der Sphäre, und Begriffe

über die Sternbilder und ihre reſpektive Lage. Manetho redet darin vom Pole und vom kleinen Bär der alſo vor Hipparch bekannt war. Er war Prieſter von Dioſpolis. Sein Werk iſt einem Ptolemäus gewidmet. Weidler und Gronovius glauben es ſey Ptolemäus Philadelphus. Da er weder Ptolemäus den Aſtronomen, noch Hipparch anführt, ſo wäre die Sache bewieſen, wenn der Haß, den die ägyptiſchen Prieſter gegen die alexandriniſchen Philoſophen hegen mußten, nicht glauben ließ, er könne ſie vielleicht abſichtlich nicht angeführt haben. Das Werk des Manetho ſelbſt iſt vielleicht eine Art von Treffen, das er der aufkeimenden Philoſophie hat liefern wollen.

Hätte er uns indeſſen ſtatt der aſtrologiſchen Träumereien woraus ſein Buch beſteht, einen Auszug von allem, was ſich aſtronomiſches auf den Säulen des Thaut befand gegeben, die, wie er ſelbſt an einem andern Orte ſagt, von ihm zu Rathe gezogen wurden: ſo würden wir jetzt koſtbare Monumente des höchſten Alterthums beſitzen, und die Aſtronomie hätte dadurch ungemein gewonnen.

§. 23.

Eratoſthenes, ein Nachfolger des Ariſtarch in der alexandriniſchen Schule, wurde zu Cyrene geboren im erſten Jahre der 126ſten Olympiade, 276 vor Chr. Geb. Er iſt mit Recht durch große und nützliche aſtronomiſche Arbeiten berümt geworden. Er ward in der Philoſophie vom Ariſto aus Chios, in der Grammatik vom Lyſimachus Cirenäus und in der Dichtkunſt vom Kallimachus unterrichtet; denn die Philoſophen der damaligen Zeit mußten auch noch Dichter ſeyn. Die alten Gebräuche hatten ſich erhalten, und die Dichtkunſt, die wir die Sprache der Götter nennen, war ehemals die den Wundern der Natur geheiligte Sprache.

Ptolemäus Evergetes berief den Eratoſthenes nach Alexandrien, wo ihm die Aufſicht über die Bibliothek übertragen wurde, die er bis zu dem fünften der Ptolomäer mit dem Beinamen Epiphanes

behielt a). Man ſagt, er ſei der Erſinder der Ringkugeln geweſen, oder wenigſtens habe Ptolemäus Evergetes ihm zu Gefallen, und um ihm die Beobachtungen zu erleichtern dieſe Inſtrumente in dem Obſervatorium zu Alexandrien aufſtellen laſſen b). Allein dieſe Inſtrumente, welche in dieſer Stadt ſchon bekannt waren, ſind, wie wir gezeigt haben c), bei weitem älter. Eratoſthenes hatte ſie vielleicht vervollkommnet. Ptolemäus ließ ohne Zweifel größere und genauere machen, und der Aſtronom bereitete indem er die Prachtliebe des Prinzen auf eine nützliche Art leitete, die Arbeiten des Hipparchs vor.

§. 24.

Mit dieſen Inſtrumenten unternahm es Eratoſthenes, die Schiefe der Ekliptik, oder vielmehr die doppelte Schiefe, d. i. die Entfernung der beiden Wendekreiſe zu meſſen, Seine Beobachtung iſt glaubwürdig und ſehr ſchätzbar. Sie läßt weiter keinen Zweifel übrig, als den, der überhaupt aus dem Fehler in Beobachtungen entſpringen kann d). Ungeachtet uns wenig genaue Nachrichten über dieſe, für uns noch alten, Zeiten übrig ſind, ſo bemerken wir doch darin, was wir in Indien und in Chaldäa vergeblich geſucht haben, nämlich eine ſtufenweiſe Entwickelung, ein beſtändiges Streben nach einem Ziele, an einander gekettete Fortſchritte und Ideen, welche durch die Verwandſchaft mit den ihnen vorgehenden und den ihnen folgenden verbunden ſind. Wir haben keine abſolute Kenntniß von den Naturdingen. Kälte, Wärme, Licht, Farbe, Härte, Größe, Kraft, Bewegung, alle dieſe Eigenſchaften materieller Weſen ſind nur Beziehungen. Wir wiſſen bloß, daß eine Sache größer iſt, als die andre, oder ſich ſchneller bewegt als die andre; und wir gelangen durch das Gegeneinander-

a) Suidas Weidler, Hiſt. Aſtr. p. 131.
b) Ptolem. Almag. Lib. I. c. 11. Weidler, p. 132.
c) Geſch. der Sternk. des Alterth. I. Band 2 Abſchn.
d) In den Erl. dieſes Abſchn. §. 20.

halten, und Vergleichen dieſer Weſen, zu der uns vergönnten, der relativen Kenntniß. Die Vergleichung iſt alſo der erſte Schritt aller Wiſſenſchaften; ſie war zu allen Zeiten der Zweck aller Unternehmungen. Die alexandriniſchen Aſtronomen kannten dieſen Grundſatz; ſie machten ihn zum Führer ihrer Arbeiten. Ariſtyllus und Tymochares, welche die Aſtronomie gründen, und die Kenntniß von den Bewegungen der Planeten erweitern wollten, beſchäftigten ſich bloß damit, den Ort der Sterne zu beſtimmen, um die Richtung dieſer Bewegung im Himmelsraume anzugeben. Ariſtarch hatte bemerkt, daß man um die Größe derſelben zu ſchätzen, ſie mit der Bewegung der Sonne und eben ſo die Umlaufszeiten mit der Länge des Jahres vergleichen müſſe. Vor allen aber mußte man die Bewegung, die man zum Maßſtabe wählte, ſelbſt kennen. In dieſer Abſicht beobachtete er die Sonnenſtillſtände, um ſich von der Länge des Jahrs zu verſichern, und verglich, um eine Vorſtellung von der Entfernung der Sonne zu bekommen, dieſelbe mit der Entfernung des Mondes. Eratoſthenes wurde noch eine Fundamentalunterſuchung gewahr, nämlich die Richtung der Bewegung der Sonne am Himmel zu beſtimmen, die Spur ihres Weges durch die Sterne zu bemerken, und die Lage der Ekliptik in Beziehung auf den Aequator, oder was einerlei iſt, die Lage des Thierkreiſes, von dem ſich kein Planet entfernt, anzugeben. Man hatte ſchon eine Beſtimmung dieſes Elements, allein ſie war wegen ihres Alterthums verdächtig. Wir haben geſagt, daß die Alten die Schiefe der Ekliptik zu 24° annahmen, entweder war dieß eine Schätzung in runden Zahlen, oder das Reſultat einer genauen Beobachtung, deren umſtändliche Beſchreibung mit vielen andern verloren gegangen iſt. Eratoſthenes fand die Entfernung der Wendkreiſe größer, als $47\frac{2}{3}$° und kleiner als $47\frac{3}{4}$° oder ſie fiel zwiſchen 47° 40′ und 47° 45′, das Mittel davon iſt 47° $42\frac{1}{2}$′; woraus man für die Schiefe der Ekliptik die Hälfte dieſer Größe, 23° $51\frac{1}{4}$′ erhält.

Dieſe Beobachtung würde ungemein ſchätzbar ſein, wenn ſie genau wäre, oder wenn man wenigſtens die Gränze ihres Fehlers kennte a). Diejenigen welche für die Abnahme der Schiefe der Ekliptik ſind, ſtützen ſich auf ihre Glaubwürdigkeit, die Gegner dieſer Meinung ſuchen die Ungewißheit einer Beobachtung zu zeigen, die mit vielleicht ziemlich roh gearbeiteten und von dem Vortheile der Erfindungen, worauf ſich die heutige Genauigkeit gründet, ganz entblößten Inſtrumenten angeſtellt wurde. In den zu dieſem Kapitel gehörigen Zuſätzen ſoll dieſe Frage über die Genauigkeit der alten Inſtrumente weitläuftig unterſucht werden; hier theilen wir nur das Reſultat davon mit, daß nämlich bey dieſem Anfange der neuern Aſtronomie, eine gut angeſtellte Beobachtung keinem Fehler von mehr als fünf Minuten unterworfen war b). Es ſcheint alſo ausgemacht zu ſeyn, daß zu den Zeiten des Eratoſthenes die Schiefe der Ekliptik wenigſtens 23° 46′ betrug.

§. 25.

Eine andre ſeltnere, feinere und ſchwierigere Unternehmung, als die Beſtimmung der Schiefe der Ekliptik, war die Meſſung der Erde. Sie hat den Eratoſthenes verewigt, ungeachtet die Neueren, als ſie ſie mit ihren Meſſungen verglichen, und ſich in der Beſtimmung der Stadien irrten, ſie für weit entfernt von der Wahrheit hielten. Wir werden von der Beſtimmung dieſer Stadie in dem vierten Buche handeln, wo wir die eifrigen Bemühungen und Arbeiten der Alten für die Meſſung der Erde vereinigen wollen. Man findet auch hier wieder die Folge der an einander geketteten Fortſchritte, die wir ſchon gezeigt haben. Ariſtarch hatte das Verhältniß der Entfernung des Mondes zu der Entfernung der Sonne geſchätzt. Er wußte entweder durch die Ueberlieferung einer ältern Kenntniß, oder durch eine Beobachtung, deren Beſchreibung nicht auf uns gekommen iſt, daß die Entfernung des Mondes

a) Erl §. 19 u. 20. b) Erläuterung ebendaſ.

von der Erde 56 Erdhalbmeſſer gleich ſei. Dieſe Größen, zwiſchen welchen der Menſch Verhältniſſe beſtimmte, waren ihm gänzlich unbekannt. Er kennt nur, was er mit ſeinen Augen geſehn, mit ſeinen Händen gefühlt hat. Er mußte daher dieſe Größen auf Einheiten zurückführen, die ihm bekannter waren, auf Räume, die er ſelbſt zurückgelegt hatte; z. B. Stadien, Kubitus: die ihm damals zur Beſtimmung der Länge der Wege an den Orten ſeines Aufenthalts dienten. Das Innere der Erde iſt unzugänglich, um den Durchmeſſer derſelben zu beſtimmen. Da aber das Näherungsverhältniß dieſes Durchmeſſers zum Umfange aus der Geometrie bekannt war, ſo kam es nur darauf an dieſe Peripherie zu meſſen, und es waren alsdann die Verhältniſſe aller dieſer Größen eines durch das andre gegeben. Die Entfernung der Sonne war alſo durch die Entfernung des Mondes; dieſe durch die Länge des Erddurchmeſſers; und der Durchmeſſer der Erde durch ihren Umfang gegeben. Dieß war nicht der erſte Verſuch die Erde zu meſſen. Die alten Chaldäer hatten es durch eine Art von Schätzung gethan a). Wir haben geſagt daß ſchon in den älteſten Zeiten das Volk, welches in Aſien die Wiſſenſchaften vervollkommnete, zu einer ſehr genauen Beſtimmung gelangt war b). Wir werden dieß in der Folge dieſes Werks c) umſtändlich und durch ziemlich ſtarke Beweiſe entwickeln.

Plinius d) redet von einem gewiſſen Geometer Dionyſiodor, der in ſein Grab einen Brief legen ließ, welcher in ſeinem Namen an die Nachwelt geſchrieben war. Er verſichert darin, daß er aus ſeiner letzten Wohnung bis zum Mittelpunkte der Erde geſtiegen ſei, und die Entfernung von 42000 Stadien gefunden habe. Plinius nennt dieß ein Beiſpiel griechiſcher Eitelkeit. Dieſem Erdhalbmeſſer zufolge beträgt die Peripherie 264000 Stadien welches offenbar das Maß der Chal-

a) Geſch. der Sternk. des Alterth. 1. B. 5. Abſchn. §. 13.
b) Ebendaſ. 3. Abſchn. §. 13. c) Unten 4. Abſchn.
d) Lib. II. c. 109.

däer iſt, wovon wir in der ältern Geſchichte erzählt haben a). Vermuthlich hatte Dionyſiodor, der auf irgend eine Art dieß in Griechenland noch wenig bekannte Maß kennen gelernt hatte, und während ſeiner Lebzeit es nicht wagen durfte, es für das ſeinige auszugeben, dieſe Betrügerei erſonnen, um ſich durch die Geſchichte einer unterirrdiſchen Reiſe ein Anſehen zu geben, welches ſein gewiß wenig berühmter Name ihm nicht würde verſchafft haben.

Das Projekt des Eratoſthenes war alſo nicht neu; ſondern er fügte zu der Idee der Alten die Methode und den Beweis hinzu, der ihrer Meſſung fehlte; oder wenigſtens erneuerte er den Geiſt, dieſer ſchon in ſehr frühen Zeiten erfundnen Methode: denn eine genaue Beſtimmung, ſo wie wir ſie hier geben wollen, ſetzt eine genaue Methode voraus. Dieß iſt nicht das einzige Beiſpiel in der Geſchichte der Wiſſenſchaften, wo Erfindungen mehrere male erneuert wurden, und der menſchliche Geiſt ſeinen Verluſt durch neue Anſtrengung wieder erſetzte.

Aus der genauen Uebereinſtimmung der Kreiſe auf der Himmelsſphäre und der Erdkugel folgt, daß ein Grad des Erdmeridians mit einem Grade des Himmelsmeridians korreſpondirt. Mißt man alſo auf der Oberfläche der Erde die Entfernung irgend zweier Oerter, die unter einerlei Meridian liegen, und zugleich den Bogen am Himmel der zwiſchen den Scheitelpunkten dieſer beiden Oerter oder den Punkten des Himmels, die vertikal über denſelben ſtehen, enthalten iſt, ſo erhält man den Raum, der auf der Erde zu der Anzahl der in dieſem Himmelsbogen enthaltenen Graden gehört. Man hat alſo die Länge eines Grades in bekannten Maßen, und dieß iſt das Princip der Methode von Eratoſthenes.

Er hatte alle zu dieſer großen Operation nöthigen Hülfsmittel. Die ägyptiſchen Ländereien waren ſehr genau ausgemeſſen, weil die Auflagen danach beſtimmt

a) Geſch. der Sternk. des Alterth. 1. B. 5. Abſchn. §. 13.

wurden, und wenn die Ueberſchwemmungen des Nils einem Privatmanne Schaden gethan hatte, ſein Land aufs neue gemeſſen werden mußte, um die Auflagen darnach vermindern zu können. Man kannte, ſagt Freret a) die Größe von Aegypten beinahe auf einen Kubitus. Auſſer dieſem Vortheile, daß man die Entfernungen auf der Erde wußte, beſaß Eratoſthenes die Inſtrumente, die Ptolemäus für ihn hatte verfertigen und aufs alexandriniſche Obſervatorium bringen laſſen. Von dieſen Inſtrumenten konnte er ſich bei der Beobachtung der himmliſchen Entfernungen eine gewiſſe Genauigkeit verſprechen.

Eratoſthenes bemerkte, daß Syene, die mittäglichſte Stadt des alten Aegyptens, und Alexandrien beinahe unter einerlei Meridiane lagen. Man ſagt uns nicht, durch welche Mittel er ſich davon verſicherte. Er wußte daß am Tage des Sommer-Sonnenſtillſtandes die Körper zu Syene und hundert und funfzig Stadien umher keinen Schatten warfen. Dieſer beſondere Umſtand und noch der, daß ein ſehr tiefer Brunnen in dieſer Stadt, gänzlich erleuchtet war, beweiſen offenbar daß Syene unterm Wendekreiſe lag, und daß die Sonne zur Zeit, wenn ſie in demſelben trat, ſenkrecht über den Körpern der Einwohner dieſer Stadt ſtand. Eratoſthenes maß daher an demſelben Tage des Sonnenſtillſtands zu Alexandrien die Entfernung der Sonne vom Scheitel, und fand dieſelbe 7° 12′. Da die Sonne im Scheitelpunkte von Syene und zugleich 7° 12′ vom Scheitel von Alexandrien entfernt war, ſo bewieß dieß, daß der Bogen am Himmel, zwiſchen dieſen beiden Städten 7° 12′, oder den 50ſten Theil der Peripherie betrug; nun war die Entfernung auf der Erde durch die königlichen Feldmeſſer des Alexander und der Ptolemäer zu 5000 Stadien beſtimmt worden b) woraus Eratoſthenes ſchloß, daß der Umfang der Erde 250000 Stadien und der Grad 694½ Stadien betrage.

a) Mem Acad. Inſcript. Tome XXIV. p. 510.
b) Martianus Capella de nuptiis, L. VI. p. 194.

Dieſe Meſſung iſt wegen der Swierigkeit, die Größe der Stadien, deren ſich Eratoſthenes bedient, zu beſtimmen, bis jetzt noch nicht geprüft, und mit unſern Meſſungen verglichen worden. Wir glauben das Mittel gefunden zu haben, alle alten Stadien zu unterſcheiden, und ihre Größe anzugeben. Wir werden die Beſchreibung davon mittheilen a). Hier mag es genug ſeyn, zu bemerken, daß die Stadie, von welcher hier die Rede iſt, 85 Toiſen 3 Fuß 7 Zoll beträgt. Der Grad der ſich aus der Operation von Eratoſthenes ergiebt, iſt alſo 59442 Toiſen b) und folglich um 2400 Toiſen größer, als der, welchen man in der Gegend von Paris gemeſſen hat. Dieſe Abweichung iſt für einen erſten Verſuch nicht beträchtlich. Man kann von dieſer Beſtimmung keine größre Genauigkeit erwarten; das Verdienſt beſteht darin, ſie erfunden und ausgeführt zu haben und es gereicht dem Aſtronomen zum Ruhme, daß die Neuern in Abſicht der Methode nichts hinzugefügt haben. Waren ſie glücklicher in ihren Unternehmungen, und kamen der Wahrheit näher, ſo haben ſie es den Fortſchritten der Künſte und der Vollkommenheit der Inſtrumente zu verdanken.

§. 26.

Weidler c) erzählt aus dem Plutarch d), daß nach Eratoſthenes Behauptung die Entfernung des Mondes von der Erde 780000 Stadien und die Entfernung der Sonne 804000000 Stadien betragen. Man ſagt uns nicht, durch welche Methode er darauf gekommen ſei. Wir übergehen die Entfernung des Mondes, die viel zu klein iſt; aber äuſſerſt merkwürdig iſt, daß man dieſe Entfernung der Sonne von 804000000 Stadien mit dem Erdhalbmeſſer von 39772 Stadien wie er ſich aus der Meſſung des Eratoſthenes ergiebt,

a) Unten im 4ten Abſchn. Erläut. des 4ten Abſchn. §. 5.
b) Erläut. des erſten Abſchn. §. 17. u. 17.
c) Hiſt. Aſtr. p. 132.
d) Placita Philoſophorum Lib. II. c. 31.

verglichen, 20200 dieſer Halbmeſſer beträgt a); eine Entfernung, die gerade ſo groß iſt, wie die, welche in dieſem und dem vorigen Jahrhunderte von Caſſini, de la Caille, und den geſchickteſten Aſtronomen beſtimmt iſt. Auch ergab ſich dieſelbe Entfernung aus dem Durchgange der Venus durch die Sonne im Jahr 1761. Und ohne den letzten Durchgang von 1769, wo man die Beobachtungen wiederholt hat, würden wir noch nicht weiter ſeyn, als Eratoſthenes war. Wir dürfen freilich nicht verhehlen, daß die Zahl von 804000000 ſich nicht zu dem griechiſchen Originale von Plutarch b), ſondern in der Ueberſetzung von Xylander findet, der dieſen Satz aus irgend einem unbekannten Manuſcripte kann genommen haben. Es läßt ſich nicht vermuthen, daß dieſe Zahl von dem Ueberſetzer an die Stelle der wahren geſetzt ſei; eine ſolche Vorausſetzung wäre ungereimt ohne deswegen nützlich zu ſeyn; denn zu Xylanders Zeit c) kannte man die Entfernung der Sonne von der Erde noch nicht genug. Man hielt die Sonne um weniger entfernt, als die Hälfte ihrer wirklichen Entfernung.

Dieſe Beſtimmungen weichen von denen des Ariſtarchs ſehr weit ab. Dieſer nahm die Entfernung der Sonne neunzehn mal ſo groß an, als die des Mondes; und hier wird ſie dreihundert und mehrere male ſo groß angenommen. Man kann in einer ſo kurzen Zeit keinen ſo großen Weg zurücklegen. Ueberdieß erfordern ſolche Beſtimmungen eine lange Unterſuchung und Beobachtungen, welche die Inſtrumente des Eratoſthenes nicht zu ließen. Hätte er auch nur verſucht ſie anzuſtellen, ſo würden ſeine Verſuche und ſeine Mittel, wie die Meſſungen der Schiefe der Ekliptik und des Umfanges der Erde zu uns gekommen ſeyn. Iſt dieſe Entfernung der Sonne wirklich von Eratoſthenes angegeben,

a) Es entſpringt daraus eine Parallaxe von zehn und einer halben Sekunde.

b) Griech. Ausg. von Wechel, Frankf. 1599.

c) Xylander wurde geboren zu Augsburg 1532.

ſo muß man, wenn man nicht aus Eigenſinn glauben will, er habe zufälliger Weiſe dieſe Zahl errathen, annehmen, daß er ſie aus irgend einem orientaliſchen Manuſkripte genommen habe; und dieß Element würde uns einen hohen Begriff von der Aſtronomie geben. Wir wiſſen nicht was für Mittel die Alten angewandt haben, um auf dieß ſo genaue und merkwürdige Reſultat zu kommen. Es ſetzt freilich eine ſehr vervollkommnete Aſtronomie voraus allein wir haben hier zwiſchen zwei ſehr großen Schwierigkeiten zu wählen: entweder haben Eratoſthenes, Plutarch oder Xylander dieſe Zahl zu ihrem Vergnügen und um uns zu hintergehen erfunden und ein in ſeiner Art einziger Zufall iſt ihnen zu ſtatten gekommen; oder die Wiſſenſchaft iſt ſchon ehemals ſo vervollkommnet geweſen, daß man die feinſte Beobachtung mit glücklichem Erfolge anſtellen konnte; eine Beobachtung welche lange mühſame Arbeiten, anhaltend fleiſſige und einſichtsvolle Aſtronomen, und vollkommne Inſtrumente erfordert. Warum wollten wir aber nicht lieber das Auſſerordentliche als das Ungereimte annehmen? Es ſcheint weit natürlicher anzunehmen, daß die Menſchen die alle im Anfange gleich unwiſſend waren, zweimal zu demſelben Grade von Aufklärung gekommen ſind, als daß wir eine boshafte Erſindung, wozu gar keine Beweggründe da waren die ganz und gar keinen Zweck hatten, annehmen ſollten. Noch weit weniger können wir uns überreden, daß eine unverſchämte Lüge zu einer wahren Prophezeihung ſollte geworden ſein. Wenn wir dieſer Kenntniß von der Entfernung der Sonne ihren Platz nicht unter den Kenntniſſen, die wir der Aſtronomie vor der Sündſluth zuſchreiben, angewieſen haben, ſo geſchah es aus Gewiſſenhaftigkeit, welche die Pflicht eines Geſchichtſchreibers von uns fordert, und aus Achtung für die hiſtoriſche Wahrheit. So äuſſerſt wahrſcheinlich uns die Exiſtenz dieſer alten Aſtronomie ſcheint, ſo dürfen wir doch nicht geradezu entſcheiden ob ſie Wahrheit iſt. Wir hielten es daher für unſre Pflicht, die Thatſachen, und die Ent=

deckungen für die ihnen zugehörigen Zeiten aufzubewahren. Erſt nach Erfüllung dieſer Pflicht haben wir es uns erlaubt über die Thatſachen Unterſuchungen anzuſtellen; und die Geſchichte durch die Philoſophie aufzuklären, indem wir zeigen, daß zufolge einer ſtrengen Kritik, der größte Theil dieſer Entdeckungen nichts als angenommene Wahrheit iſt.

§. 27.

Eratoſthenes hatte von der Größe der Sonne nicht ſehr richtige Vorſtellungen; er glaubte nämlich ihr Durchmeſſer ſei nur ſieben und zwanzig mal ſo groß als der Durchmeſſer der Erde a). Hätte er die Entfernung der Sonne zu beſtimmen gewußt, ſo würde er ſie mit dem von ihm gemeſſnen Erdhalbmeſſer und mit dem vom Ariſtarch beſtimmten ſcheinbaren Sonnendurchmeſſer verglichen, und daraus geſchloſſen haben, daß dieſer Durchmeſſer wenigſtens 90 mal ſo groß ſei als der Erddurchmeſſer. Allein die Aſtronomie war damals noch nicht ſo vollkommen, um ſolche Vergleichungen anzuſtellen; und ſo ſchwere Unterſuchungen wie die der wahren Entfernung der Sonne zu erlauben.

Man muß jedoch dem Eratoſthenes die Gerechtigkeit wiederfahren laſſen, daß er der erſte geweſen zu ſein ſcheint, der die Zählung der Sterne unternommen hat. Plinius, der dieſe erſte und wirklich lobenswürdige Idee dem Hipparch zuſchreibt, rühmt ſie mit dem größten Enthuſiasmus. Wir werden zeigen, wie groß Hipparchs Verdienſt und ſein Ruhm in dieſer Hinſicht war. Die alten Orientaler ſind ihm vermuthlich zuvorgekommen b); Eratoſthenes aber hat ſich gewiß damit beſchäftigt, vor ihm die Sternbilder zu beſchreiben und ſelbſt die Sterne, die ſie enthielten, zu zählen. Er hatte deren 675 gefunden. Ein Theil dieſes Werks iſt uns noch übrig geblieben c)

a) Macrobii Somn. Scip. Liber I. cup. 20.

b) Dieſes Bandes 3ter Abſchn. u. 2. B. 2. Abſchn.

c) Dieß Fragment des Eratoſthenes iſt hinter dem Phänomen des Aratus in der griechiſchen Oxforder Ausgabe abgedruckt.

So viel merkwürdige Arbeiten und Unternehmungen haben den Eratoſthenes unſterblich gemacht. Fabricius hat ſeine Werke aufgezählt a) von denen keines ganz zu uns gekommen iſt b): es ſind uns nur noch einige Fragmente davon übrig geblieben. Eratoſthenes hatte viel über die Geographie geſchrieben: Strabo führt ihn oft an; Hipparch hat ihn kritiſirt und bewundert c). Man hat ihn den Beinamen Beta gegeben, den zweiten Buchſtaben des griechiſchen Alphabets, um dadurch anzudeuten, daß er ſich auf alle Wiſſenſchaften gelegt habe, und in jeder nur die zweite Stelle behaupte d). In ſeinem achtzigſten Jahre verlohr er das Geſicht. Aus Kummer über dieſen Verluſt und gezwungen ſeine Arbeiten und die Betrachtung des Himmels aufzugeben, hungerte ſich dieſer große Mann zu Tode e).

§. 28.

Konon von Samos lebte um die 130ſte Olympiade oder 260 Jahre vor Chr. Geb. Ptolemäus erzählt von ihm f), daß er in Italien Beobachtungen angeſtellt habe; allein dieß waren Beobachtungen nach den alten Methoden. Sie hatten nur den Aufgang und Untergang der Sterne zum Gegenſtande Er ſammelte alle bei den Aegyptern aufbewahrten Sonnen und Mondfinſterniſſe g). Man legt dem Konon das Sternbild des Haupthars der Berenice bei. Dieſe Königin war eine Gemalin des Ptolemäus Soter; ſie that das Gelübde ihr Haupthaar, welches von vorzüglicher Schönheit war, der Venus zu weihen, wenn ihr Gemahl triumphirend aus dem aſiatiſchen Kriege zurückkäme.

a) Fabricius, Biblioth. grec. Lib. III.
b) Eratoſthenes hatte einen Kommentar über die Oktaeride des Eudoxus geſchrieben Geminus, Cap. VI. p. 34.
c) Plinius, Lib. II. cap. vlt.
d) Mem Acad. Inſcr. Tome IX. p. 403.
e) Weidler, p. 131.
f) Ptolem. de apparentiis. In Uranolog.
g) Seneca. Quaeſt. natur. Lib. VII. c. 3.

Sie erfüllte ihr Gelübde und hing ihr Haupthaar in einem Tempel der Venus auf. Da es nach einiger Zeit verſchwand, ſo ſagte man, die Götter hätten es geraubt; und Konon, der dem Ptolemäus Philadelphus, dem Sohn dieſer Königinn ergeben war, verſetzte daſſelbe in einen Sternhaufen an dem Himmel, unter dem Namen der Berenice a).

Archimedes ein Zeitgenoſſe des Konon, jener alte und berühmte Geometer, der Newton der griechiſchen Schule, verdient auch den Namen eines Aſtronomen. Wir haben ſeine merkwürdige Beobachtung des Sonnendurchmeſſers ſchon beſchrieben.

Er nahm nach Cicero's Zeugniß, die Sonne größer an als die Erde; was ihm übrigens weiter nicht berühmt macht weil dieß weder eine neue noch eigenthümliche Meinung des Archimedes war. Wenn aber Ptolemäus b) von ihm ſagt, er habe Beobachtungen der Solſtition angeſtellt, ſo charakteriſirt ihn dieß als Aſtronom. Eben ſo müſſen wir auch die Sphäre anführen, welche er verfertigte und worin die Bewegungen der Sonne des Mondes und der fünf Planeten jede mit der ihr eignen Geſchwindigkeit ſo künſtlich vorgeſtellt waren, daß Cicero vom Archimedes ſagte, er habe bei der Nachahmung dieſer Bewegung mehr als die Natur gethan, weil einige derſelben regelmäßiger waren als die wahren Bewegungen am Himmel c). Allein auf die Art die Natur verbeſſern, iſt mehr eine Entſtellung als Verſchönerung derſelben. Ihre Ungleichheiten ſind eine Vollkommenheit, und dieſe vermeinte Regelmäßigkeit würde in unſern Zeiten nur ein Fehler in einer ſolchen Maſchine ſeyn.

Bekanntlich wurde Archimedes 212 Jahre vor Chr. Geb. mithin in ſeinen Betrachtungen getödtet als Syracus von Marcellus, erobert wurde. In jenen Augenblicken der viehiſchen Trunkenheit, wo der

a) Erläut. 1tes Buch §. 21. b) Almag. Lib. III. c. II.
c) Quaeſt. acad. L. II. c. 36.

zügelloſe Krieger das Recht hat, den wehrloſen Bürger zu tödten, entſchied ein Soldat über das Leben eines großen Mannes, und endigte dadurch ſeine für die Welt nützlichen Tage. Marcellus, dem er die Eroberung erſchwert hatte, beklagte ſeinen Verluſt, und ehrte ſein Andenken, indem er ſeinen Mörder verfluchte und ihn niemals ſehen wollte.

§. 29.

Die Natur ſcheint ſowohl in Abſicht der Menge, als der Kraft ihrer Produkte zu einer Zeit fruchtbarer zu ſein, als zu einer andern. Es giebt Epochen, wo ſie große Männer neben einander entſtehen läßt, welche vereinigt, gleich Strahlenbüſcheln, auf die übrigen Jahrhunderte ein ſtarkes und dauerndes Licht zu werfen beſtimmt ſind. Keine Epoche war in dieſer Hinſicht merkwürdiger, als die Epoche der alexandriniſchen Schule. Zu den großen Männern wovon wir ſo eben geredet haben, gehört auch noch Apollonius Pergäus, der ihr Zeitgenoſſe gegen das Jahr 230, oder 240, vor Chr. Geb. war. Euklids Schüler eröffneten ihm die mathematiſche Laufbahn. In der Geometrie iſt er durch ſein Werk über die Kegelſchnitte berühmt, wo er die Eigenſchaften dieſer Linien erweitert und beweiſt. Auch in der Aſtronomie erwarb er ſich Ruhm, weil er zuerſt verſuchte, die Urſachen des Stillſtehens und Rückwärtsgehens der Planeten zu erklären. Er war es, der die Epicykel erfand, oder der wenigſtens die nothwendigſte Proportion zwiſchen dem Epicykel und den fortleitenden Kreis a) bewies, um das Stillſtehen und Rückgehen zu erklären. Dieſe Demonſtration iſt noch immer eine wahre Erfindung.

Die Alten, d. h. die Chaldäer, die Chineſer, und ohne Zweifel auch ihre Vorgänger hatten bemerkt, daß jedes Jahr die fünf Planeten: Saturn, Jupiter, Mars, Venus und Merkur Anfangs ſich immer langſamer bewegten, darauf ſtill zu ſtehen ſchienen, und endlich wieder

a) Almageſt. Lib. XII. c. 1.

zurückliefen. Wären dieſe Erſcheinungen wirklich geweſen, ſo würden ſie die irrige Meinung, welche dem ganzen Alterthume ſo theuer war, die Meinung von der Gleichförmigkeit der Bewegung der Sterne, widerlegt haben. Man hat immer, wie durch eine Art von Inſtinkt bemerkt, daß die Natur nur durch einfache Mittel wirkt, und man vermuthete, daß ſie ein einziges Prinzip haben müſſe. Dieß war nach der Meinung der Alten, die gleichförmige Bewegung in einer Zirkel-Bahn. Dieß war ein Irrthum, aber ein nützlicher Irrthum; man kam dadurch einen Schritt näher, weil man nun geneigt war, zu glauben, daß dieſe Phänomene nur ſcheinbar ſeyn. Um die Gleichförmigkeit, die ſich in dem Stillſtehen und Rückwärtsgehen der Planeten zu verleugnen ſchien, zu erklären, ließ man den Planeten ſich gleichförmig in einem Kreiſe herumdrehen, den man den Epicykel nannte, indeß der Mittelpunkt dieſes Kreiſes ſich um die Erde in einem größern Kreiſe fortbewegte, welcher der fortleitende Kreis (circulus deferens) hieß, weil er den Epicykel trug. Dieß war die ware Laufbahn des Planeten. Man dachte ſich, der Planet, welcher ſich in ſeinem Epicykel bewege, gehe bald mit dem Mittelpunkte des Epicykels nach einerlei Seite, bald nach einer entgegengeſetzten; und nach den von Apollonius angegebnen Proportionen, giebt es Fälle, wo die aus der Verbindung entſpringende Bewegung rückgängig, andre, wo ſie null iſt und der Planet ſtill ſteht a)

§. 30.

Dieß iſt der erſte geometriſche Lehrſatz, wovon wir in dieſem Werke zu reden Gelegenheit gehabt haben. Er macht es uns unwahrſcheinlich, daß Apollonius die philologiſche Hypotheſe von der Bewegung der Erde angenommen hat. Wie, könnte man einwerfen, ſollte ein ſo geſchickter Geometer nicht eingeſehen haben, daß das Stillſtehen und Rückwärtsgehen der Planeten von ihrer eigenthümlichen und rechtläufigen Bewegung, ver-

a) Erl. B. I. §.22.

bunden mit der Bewegung der Erde, herrühre? Seine Epicykel waren unnütz, und ſeine Theorie falſch. Wir ſind zu unſrer Zeit ſehr gegen die Epicykeln, fortleitenden Kreiſe und die ganze Menge von Kreiſen eingenommen, wodurch die Nachfolger des Apollonius, ſeinem Beiſpiele zufolge, die Erklärung der himmliſchen Bewegungen erſchwert haben. Allein unterſuchen wir dieſe Hypotheſe, betrachten ohne Vorurtheil, die geringe Zahl der beobachteten, und zwar ſchlecht beobachteten Erſcheinungen, die Unwiſſenheit der Alten, über die wahren Grundſätze der Phyſiker, das ſo tief eingewurzelte Vorurtheil von der Gleichförmigkeit der himmliſchen Bewegungen in einer Kreisbahn; ſo müſſen wir geſtehen, daß die Hypotheſe, die allen den damals bekannten Erſcheinungen entſprach, ſehr ſinnreich war. Man wird ſagen ſie ſei nicht natürlich; allein wie konnte man damals beſtimmen, was natürlich war? Können wir es ſelbſt jetzt? Was will man damit ſagen, wenn es nicht die Wirkungen ſind, die aus den Geſetzen der Natur flieſſen? War es nun wohl nicht zu einer Zeit, wo alle dieſe Geſetze unbekannt waren, zu entſchuldigen, ſich in den Wirkungen, die ſie hervorbringen konnten, zu irren? Wer auch der Urheber dieſer Erfindung ſeyn mag, ſo errieth es immer viel Genie, das dem Scheine nach, ſo wunderliche Phänomen des Stillſtehens und Rückwärtsgehens mit der Gleichförmigkeit, die man zum Princip angenommen hatte, zu vereinigen.

§. 31.

Der Keim zu der Idee von den Epicykeln lag ſchon in der Idee des Eudoxus, jedem Planeten ſo viel ſolide Sphären zu geben, als er verſchiedne Bewegungen zu haben ſchien. Sie wurde bloß mit mehrerm Genie auf die Theorie der Planeten angewandt. Eudoxus erfand materielle Himmel, ganze Spähren, um eine Bewegung zu erklären, die in einem Kreiſe geſchah. Der menſchliche Verſtand verfeinerte ſein Werk; man ließ weiter nichts als dieſen Kreis. Man ſtürzte An-

fangs alles übrige ein; bald ging man noch einen Schritt weiter: man merkte, daß es ungereimt ſei, anzunehmen dieſer Kreis bewege ſich um den Planeten fortſchreiten zu laſſen; da es hingegen weit einfacher war, daß der Planet ſich bewege, und durch irgend eine Urſache genöthigt, einen Kreis beſchreibe. Um darauf mehrere Bewegungen vorzuſtellen, erfand man mehrere Kreiſe: man ließ ſie ſich zu gleicher Zeit mit dem Planeten bewegen, und dieß waren die Epicykel. Hier haben wir eine wirkliche Entwickelung. Kenntiſſe entſpringen aus Kenntniſſen, die vor ihnen vorher gehen, und verbinden ſich mit ihnen, die Wiſſenſchaft auszudehnen. Dieß ſind nicht mehr Bruchſtücke, ſondern Elemente.

§. 32.

Vermuthlich iſt Apollonius der Erfinder der Projektionsmethode geweſen. Wenigſtens bemerken wir nicht, daß vor der Epoche, bis zu welcher wir jetzt gekommen ſind, in der Geſchichte der Mathematik derſelben erwähnt wird. Nun läßt ſich unmöglich zweifeln, daß dieſe Methode der alexandriniſchen Schule gehöre, weil man ſich damals ſehr mit der Vervollkommnung der Sonnenuhren und anderen Uhren beſchäftigte a). Man kann die Ehre davon nur dem Genie des Archimedes oder des Apollonius beilegen; und der ſyrakuſiſche Geometer hat, wie es ſcheint, den geometriſchen Geiſt, den er aus ſo vielen Werken hervorblicken läßt, nicht auf die Aſtronomie angewandt. Wir haben ihn die feine Beobachtung des Sonnendurchmeſſers mit eben ſo viel Scharfſinn als Geſchicklichkeit erfinden und ausführen ſehen; aber wir bemerken nicht, daß er geſucht habe mit Hülfe der Geometrie die Gründe der himmliſchen Erſcheinungen zu erklären.

§. 33.

Ungeachtet der Ehrfurcht, die uns das Verdienſt Archimedes einflößt, müſſen wir es ihm doch zum

a) Erläut. 2tes B.

Vorwurfe machen, daß er die Idee des Apollonius, die Geometrie auf die Aſtronomie anzuwenden, nicht benutzt hat. Nur dieſe Anwendung, die unter ſeinen Augen gemacht wurde, und doch ſeines Genies ſo würdig geweſen wäre, fehlt ſeinem Ruhme. Dieſe glückliche und fruchtbare Idee hat in der Wiſſenſchaft eine Revolution bewirkt, indem ſie ihr einen ſicherern Gang mittheilte, und ihre Fortſchritte beſchleunigte. Die Erfindung der Projektionsmethode und der Epicykeln gehört ganz dem Apollonius.

Die Geometrie ſcheint nicht in den älteſten Zeiten in Aſien kultivirt worden zu ſeyn. Eine ſo hohe Meinung wir auch von den Kenntniſſen des frühen Volks haben, welches den erſten Schritt zur Aufklärung gethan hat, ſo glauben wir doch, daß die Geometrie zu ihren Fortſchritten nicht durchaus nöthig war. So unendlich nützlich ſie für die Erforſchung der Urſachen iſt, ſo iſt ſie es doch nicht auf gleiche Weiſe für die Kenntniß der Wirkungen. Die Alten erſetzten dieß durch Geduld und Zeit. Die Aſtronomie ſetzt weiter nichts nothwendig voraus, als die Kenntniß des Kreiſes, und dieſe Figur war ihnen durch die himmliſchen Bewegungen ſelbſt gegeben. Die erſte geometriſche Kenntniß gehört vielleicht der Aſtronomie, der älteſten aller Wiſſenſchaften. Die Geſchichte der Mathematik bezeugt uns, daß die Kenntniſſe dieſer Art unter den Chineſern und Aegyptern, denen man die Erfindung der Geometrie zuſchreibt, ſehr unbedeutend waren a). Wir ſchlieſſen daraus, daß die Geometrie, zur Zeit der Stiftung der alexandriniſchen Schule, eine neue Wiſſenſchaft war, die ihr Daſein den griechiſchen Philoſophen, und vorzüglich dem Plato zu verdanken hatte. Ihre Anwendung auf die Aſtronomie eröffnete eine weite Laufbahn. Ungeachtet wir geſtehen müſſen, daß die Aſtronomie die Hülfe der Geometrie nöthig hat, ſo ſind wir doch weit entfernt, dieſer den Vorzug einzuräumen. Unabhängig von allen Wiſſenſchaften, giebt ſie allen ihre Richtung,

a) Hiſtoire des math. T. I. p. 52.

aber regiert ſie nicht uneingeſchränkt. Die übrigen Wiſſenſchaften gründen ſich auf Erfahrung, ſie exiſtiren in dem Buſen der Natur. Die Geometrie iſt in dem Kopfe des Menſchen entſtanden; ſie iſt das Reſultat ſeiner Art zu ſehen; ſie läßt ſich alſo natürlich auf alles anwenden. Die Geometrie und Aſtronomie berühren ſich durch unmittelbare Verhältniſſe, durch eine genaue Verbindung; ſie haben den Raum und die Bewegung zum Gegenſtande. Dieß ſind zwei Schweſtern die ſich einander lieben und dienen müſſen. Die Geometrie führt durch einen ſicherern Gang zu Wahrheiten, die ohne ſie vielleicht unzugänglich wären; aber die Schaubühne ihres Ruhms iſt das Werk ihrer ältern Schweſter: wenn die Aſtronomie ihrer Hülfe bedarf, ſo iſt die Geometrie ſelbſt nur ein Inſtrument in den Händen des Aſtronomen. Kömmt es auf die Erklärung der Erſcheinungen an, ſo haben die Wahl der Beobachtungen, und die Fertigkeit im Rechnen daran gleichen Antheil; und die Kunſt ſie ſyſtematiſch zu bearbeiten, gehört dem Genie, worauf der Aſtronom nicht mehr Anſpruch machen kann, als der Geometer.

Zweiter Abſchnitt.

Von den Inſtrumenten, deren man ſich in der alexandriniſchen Schule bediente.

§. 1.

Der Raum und die Zeit ſind das, was der Menſch zu meſſen unternimmt; jener umgiebt ſeine augenblickliche, dieſe begleitet ſeine ſucceſſive Exiſtenz. Dieſe beiden Ausdehnungen ſind durch ein nothwendiges Verhältniß, nämlich die Bewegung, mit einander verbunden. Iſt dieſe beſtändig und gleichförmig, ſo iſt der Raum durch die Zeit bekannt und die Zeit wird durch den Raum gemeſſen. Beſtändigkeit und Gleichförmig-

keit liegt, wie wir ſchon bemerkt haben, nicht in dem Menſchen. Jeden Augenblick auf eine verſchiedene Art modificirt, iſt er veränderlich, ſich ungleich und zu wenig dauernd, um das Maaß der Zeit zu ſeyn. Die Aſtronomie zeigte ihm, indem ſie ſeine Ideenſphäre erweiterte das Univerſum als einen gränzenloſen Raum, worin ſich der menſchliche Verſtand verliert, während die Zeit mit demſelben Charakter von Größe und Unermeßlichkeit bezeichnet, die Dauer der Welt ihrer Ausdehnung anmiſſet. In dieſe beiden Unendlichkeiten gleichſam verloren, wollte jedoch der Menſch das Univerſum in ſeinem Verhältniſſe kennen lernen, und dieſe große Idee, und ſie ohne ſie zu verändern in ſeinen Kopf zu bringen, zuſammenziehn. Er dachte ſich den unmerklichen Gang der Zeit durch ähnliche Verhältniſſe, er machte ſich eine Vorſtellung von der Vergangenheit, die nicht mehr iſt, von der Zukunft, die vielleicht nie ſeyn wird, und legte ſo das ganze Gemälde des vergangenen, gegenwärtigen und zukünftigen Zuſtandes der Welt vor.

§. 2.

Dieß ſind die Früchte ſeiner Wißbegier und ſeines Genies. Wir müſſen hier die Mittel entwickeln die er angewandt hat. Die Sphäre unſrer Organe iſt ſehr eingeſchränkt, und entſpricht unſren Wünſchen nicht. Der Menſch ſo intereſſant wegen der Fortſchritte ſeiner Vernunft, und der Produkte ſeiner Einbildungskraft, verdient vorzüglich in der Erfindung der Inſtrumente, welches ſeine nützlichſten und zugleich ſeine größten Gedanken ſind, bewundert zu werden. Er verfielfältigte ſeine Kraft, und half ſich durch die Kraft der Elemente. Er vermehrte das Vermögen ſeiner Sinne: er berichtigte ihren Gebrauch, er machte ihr Verhältniß ſicherer, und gab ſeiner phyſiſchen Kraft den Umfang und die Genauigkeit, welche die Natur ihr verſagt zu haben ſchien.

Indeß haben wir durch Erlangung neuer Organe vielleicht das Vermögen unſrer natürlichen geſchwächt und vermindert. Weniger geübt, haben ſie die Voll-

kommenheit, die ſie durch die Uebung erhalten konnten, verloren. Dieſer Verluſt iſt, ſo paradox die Behauptung auch ſcheinen mag, für uns vortheilhaft geweſen. Wir ſind fähiger geworden zu meditiren, und unſer Geiſt hat ſich durch die Einſchränkung unſers Körpers mehr entwickelt. Die Natur umgiebt uns mit ihren Operationen, alles um uns her iſt in einer unaufhörlichen Bewegung, zu feine Sinne würden uns zu oft zerſtreuen, die Erinnerung und die Rückkehr unſrer Gedanken verwirren; die Sinnlichkeit würde immer thätig und der Verſtand ganz unwirkſam ſeyn, und ein Menſch, der jeden Augenblick neue Empfindungen und Ideen hätte, würde einem Geizigen gleich ſeyn, der einen Schatz vermehrt, ohne ihn zu genieſſen. Es giebt ein nothwendiges Mittel zwiſchen feinen Sinnen, die zu viel Ideen erzeugen und zwiſchen ſtumpfen, die nicht genug liefern würden. Die Inſtrumente gewähren uns dieſen Vortheil, ſie ſind Sinne, deren der Menſch ſich nach Gefallen bedienen kann. Er fragt ſie, um ſich zu belehren, er entfernt ſie, um über ihre Verhältniſſe nachzudenken, und ihre Produkte mit einander zu vereinigen. Zu ſeinen unbewaffneten Sinne zurückgekehrt kann der Menſch, der ſich in ſich zurückzieht, das was er beſitzt ungeſtöhrt betrachten: der Beobachtungsgeiſt ruht, und die Stille der Einſamkeit giebt dem Genie Muſſe ſich zu entwickeln.

§. 3.

Die Aſtronomie ſcheint nur ein Gegenſtand des Geſichts zu ſeyn; des Sinnes der den größten Wirkungskreis hat. Er verſetzt uns überall hin, und läßt uns das ganze Schauſpiel des Univerſums genieſſen. Hätte aber der Menſch bloß ſeine Augen gebraucht, ſo würde er bei weitem nicht alle die Fortſchritte, deren er fähig iſt gemacht haben. Der bloße Anblick der auf dem Himmelsgewölbe ausgeſtreueten Sterne, verſchafft uns nur unzuſammenhängende Empfindungen, unvollkommne Vorſtellungen von ihrem Orte, ihrer Größe und ihrer Entfernung. Wir haben nur einen einzigen ſichern

Führer, nämlich das Gefühl, den treueſten unſrer Sinnen. Wir müßten alſo die Sterne berühren um uns ihrer Lage zu verſichern, und ſie zu meſſen, eine zum Erſtaunen kühne Unternehmung des menſchlichen Geiſtes! Sie hatte indeß den beſten Erfolg. Dieſem Unternehmen hat das erſte Inſtrument, deſſen Erfindung um ſo mehr eine Beſchreibung verdient, weil es ein Fundamentalinſtrument geworden iſt, ſeinen Urſprung zu verdanken.

Wollen wir über die Größe oder die Entfernung eines Gegenſtandes urtheilen, ſo berühren wir die Gegenſtände. Giebt uns das Geſicht eine Vorſtellung davon, ſo rührt das bekanntlich daher, weil wir es lange Zeit, von unſrer frühſten Kindheit an durchs Gefühl berichtigt haben. Wir ſtrecken unſre Arme aus, um die Gegenſtände zu ergreifen; aber wir ſcheinen die Gränzen unſrer Natur und unſres Erkenntnißvermögens erreicht zu haben, ſobald die Hände ſie nicht erreichen, und wir uns nicht fortbewegen können. Zwiſchen den Sternen welche ſich im Hintergrunde unſers Auges abmahlen, befinden ſich nur durch die Entfernung zuſammengedrängte Zwiſchenräume; das Geſicht ſtellt ſie ſehr klein dar; und der Verſtand begreift, daß ſie groß ſind. Aber wie groß ſind ſie wirklich? Wie klärt dieß der Verſtand auf, wie berichtigt in dieſen Tiefen des Raums das Gefühl den Sinn des Geſichts? Man glaubte, ſich des Geſichtsſtrahls bedienen zu können, der bis zu den entfernteſten Sterne reicht; man erfand die Alhidade, das heißt, ein langes hölzernes oder metallenes Lineal, welches nach dem Geſicht gerichtet wird und zugleich die Richtung deſſelben beſtimmt. Der Geſichtsſtrahl, der ſich immer in grader Linie ausdehnt, iſt gleichſam ein Faden, der von dem Gegenſtande bis zum Auge gezogen wird. Die kleinen Erfindungen führen ſtufenweiſe auf größere; der Menſch forſcht, unterſucht und berührt mit einem Stabe die Dinge, welche er nicht erreichen kann. Die Alhidade iſt weiter nichts,

als dieſer bis zu dem Ziele, wohin das Geſicht führt, verlängerte Stab. Indem man nach einem Sterne zielt, indem man den Geſichtsſtrahl längs der Alhidade fortführt, indem man ihn berührt, um ſeine Richtung zu ordnen, berührt man mit ſeinem Ende den Stern und verſichert ſich, daß er nicht davon abweicht. Dieß ſo einfache Inſtrument, dieß hölzerne Lineal iſt alſo ein ſehr ſinnreiches, durch eine tiefe, in der Einfachheit der Operationen verborgene Metaphyſik, hervorgebrachtes Mittel.

§. 4.

Dieſer, durch den Geſichtsſtrahl verlängerte Stab, iſt hinlänglich, einen einfachen Gegenſtand zu erreichen; iſt aber dieſer Gegenſtand doppelt oder von einiger Ausdehnung, ſo reicht er nicht mehr zu, die Entfernung oder die Größe damit zu faſſen, und man muß ein doppelarmiges Inſtrument haben, um dieſe Entfernungen und Größen, wie mit einer Art von Zange einzuſchlieſſen. Wir bedienen uns bei der Beſchreibung, ſo edler Erfindungen vielleicht eines etwas gemeinen Beiſpiels; aber ſo wie man unbedeutende Sachen durch große Vergleichungen veredelt, ſo werden erhabne und ſchwere Gegenſtände durch bekannte Beiſpiele am beſten erläutert. Man ahmte das nach, was in dem Auge vorgeht, wo die Geſichtsſtrahlen, die von zwei getrennten Objekten ausgehen, zuſammenſtoßen, und einen deſto größern Winkel machen, je größer die gegenſeitige Entfernung dieſer Gegenſtände iſt. Man hatte ſich ſchon eines Geſichtsſtrahls bei der Erfindung der Alhidade bedient; man ſah, daß man zwei Strahlen gebrauchen, und zwei Alhidaden an einem ihrer Enden vereinigen müßte. Man viſirte nach den beiden Gegenſtänden, indem man das Geſicht nach und nach längſt der beiden Lineale richtete, und ihre Abweichung war das Maß der Entfernung. Aber hier zeigten ſich Meſſungen von ganz neuer und unbekannter Art. Man hatte immer jede Größe durch eine ähnliche Größe gemeſſen; Linien Längen und Wege, durch grade Linien von einer über-

eingekommnen Länge; Flächen durch Quadrate; ſchwere Körper durch Würfel oder durch Gewichte. Jede Größe hat ihr feſtes und durch Uebereinkunft beſtimmtes Maaß. Hier war das Maaß ein Winkel. Wie ſollte man die Größe dieſes Winkels beſtimmen, und wenn die Größen verſchieden waren, wie ihr Verhältniß angeben? Man denke ſich die Zeiten, wo die Geometrie noch nicht exiſtirte, wo die Menſchen ſich noch nicht gewöhnt hatten, die Eigenſchaften der Figuren zu betrachten: ſo wird man begreifen, wie ſehr man durch dieſe Schwierigkeiten verwirrt werden mußte, und wie viel Genie dazu gehörte, ſie zu heben. Man gelangte endlich dahin durch eine Folge von Ideen und Erfindungen, die als die erſten ſchwer, und wegen ihrer Einfachheit erhaben waren. Auch noch heut zu Tage iſt die Einfachheit das höchſte Verdienſt der neuen Erfindungen; ſie iſt das Loos großer Köpfe. Nur nach Verſuchen, nach ſinnreichen Verwickelungen, die oft durchaus vor der Einfachheit vorhergehen müſſen, iſt man dahin gelangt; und aus den Anſtrengungen, die es noch jetzt koſtet, das Licht der Wahrheit groß und allgemein zu machen, die Künſte mit einander zu vereinigen, und die gegenſeitige Mittheilung und Aufklärung der Gemüther zu befördern, kann man urtheilen, was es muß gekoſtet haben, als die iſolirten Künſte erſt anfingen Licht zu verbreiten, und das Genie, mitten unter dem Haufen roher Menſchen, einſam und allein gegen ihre Schwierigkeiten zu kämpfen hatte.

Man unterſuchte das neue Inſtrument, man ſtudirte den Gebrauch deſſelben. Man bemerkte, daß man für entferntere Sterne die beiden Lineale durch eine drehende Bewegung auf dem ihnen gemeinſchaftlichen Ende mehr entfernen mußte. Man drehete das eine Lineal ganz um dieſen Mittelpunkt herum; und man erkannte, daß dieſe Umdrehung ein feſtes und unveränderliches Maaß wurde. Wie groß oder wie klein auch die Entfernung der Sterne war, ſo war doch der Zwiſchenraum der beiden Regeln immer ein Bruch der ganzen Umdre-

hung, deſſen Verhältniß ſich immer angeben ließ. Man erreichte dieß dadurch, daß man die beiden Regeln gleich machte, und durch einen hölzernen oder metallnen Kreisbogen den Weg vorſtellte, den das äusſerſte Ende der beweglichen Regel beſchrieb. Dieſe Peripherie, in Grade getheilt, gab die Brüche des Kreiſes ſelbſt, und alle Entfernungen ließen ſich jetzt ausmeſſen. Dieß war ohne Zweifel der Urſprung des Kreiſes; dieß war ſicher die Quelle des bei den Alten ſo tief eingewurzelten Vorurtheils, daß ſich die Sterne nur in einem Kreiſe bewegen könnten, eines Vorurtheils das ſich auf Erfahrung gründete. Hatte man vermittelſt des beweglichen Lineals lange Zeit einen und denſelben Stern verfolgt, ſo war es natürlich, zu bemerken, daß er denſelben Weg gemacht hatte. Dieſe Entſtehung der Kreislinie iſt uns ſehr wahrſcheinlich und merkwürdig. Wir haben deswegen auch geſagt, die erſte geometriſche Erfindung könne der Aſtronomie gehören. Die Metaphyſik, unter deren Leitung wir ſie wieder aufgefunden haben, iſt vielleicht von den Erfindern nicht verſtanden worden. Aber das Inſtrument, welches ſich daraus ergiebt, der eingetheilte Kreis, das Maaß der Entfernungen am Himmel durch die Winkel und durch die Kreisbewegung, verdienen Lob und Bewunderung. Die Urheber dieſer Erfindung waren fähig, die Wiſſenſchaften zu vervollkommnen und ihre Gränzen zu erweitern. Unſre ſinnreichſten und vollkommenſten Inſtrumente dieſer Art ſind weiter nichts, als dieß uranfängliche Inſtrument. Wir können ohne Zweifel auf unſre Bemühungen, auf unſern glücklichen Erfolg ſtolz ſein; aber wenn wir unſre Lehrer eine Reihe von Jahrhunderten hindurch verbeſſern, ſo müſſen wir wenigſtens geſtehen, daß ſie das, was wir vervollkommnen, geſchaffen haben.

§. 5.

Als das Kreisinſtrument erfunden war, kam man bald auf die Erfindung der beſchriebnen a) metallnen

a) Geſch. der Stern. des Alterth. 1. B. 2. Abſchn. §. 14.

Sphäre. Wir haben ihre Einrichtung, ihre Lage und ihren Gebrauch erklärt. Im allgemeinen war ſie unſrer Himmelskugel ähnlich. Ein jeder von ihren Kreiſen wurde zu Alexandrien eine Armille genannt, und das Ganze hieß Aſtrolabium a). Es war aber nicht das Werk dieſer berühmten Schule; ſondern es gehört der uralten Aſtronomie, und fällt nothwendig in die Zeiten der aſtronomiſchen Beſtimmungen, welche die Alten ohne ihre Hülfe nicht hätten anſtellen können b). Man findet es in China in dem höchſten Alter des Reichs wieder c). Aber man trifft keine Spur davon bei den Indiern und Chaldäern. Dieſe Erfindung wurde durch die alexandriniſchen Aſtronomen wieder erneuert Ariſtyllus und Timochares haben Armillen gehabt, Eratoſthenes ließ größere verfertigen. Wir kennen den Maaßſtab dieſer Inſtrumente nicht; aber wir glauben, daß ſie nicht weniger als ſieben bis acht Fuß im Halbmeſſer hatten. Man ſieht leicht ein, daß eine Sphäre die aus vier bis fünf kupfernen Kreiſen von funfzehn bis ſechszehn Fuß beſteht, eine ungeheure und ſchwere Maſſe ſein mußte, deren Bewegung viel Kunſt erforderte, und welche wegen der vielen Koſten, nur auf einem großen Obſervatorium, das von einem reichen Fürſten unterhalten wurde, gefunden werden konnte.

§. 6.

Dieß Inſtrument beſtand, wie wir ſchon erwähnt haben, aus einem Aequator, welcher von zwei größten Kreiſen unter rechten Winkeln in den Aequinoktial- und Solſtitialpunkten geſchnitten wurde; dieß waren die Koluren. Dieſe Kreiſe, die mit einander vereinigt und in einen andern größſten Kreis, der ſenkrecht auf dem Horizonte ſtand und den Meridian vorſtellte, befeſtigt waren, lieſſen ſich um eine Axe drehen, welche durch die

a) Ptolem. Almag. Lib. V. c. 1.

b) Geſch. der Sternk. des Alterth. 1. B. 2. Abſchn. §. 19. Unten Erläut. §. 3.

c) Geſch. der Sternk. des Alterth. 1. B. 4. Abſchn. §. 22.

beiden Weltpole ging. Weil dieß Inſtrument, wie die Himmelsſphäre, beweglich war, ſo mußte man es, um dieſer in ihrer täglichen Bewegung in vier und zwanzig Stunden zu folgen, bei jeder Beobachtung richten, und mit dem gegenwärtigen Zuſtande des Himmels übereinſtimmend machen. Man wählte einen Stern, deſſen Lage bekannt, und auf dem getheilten Aequator bezeichnet war. Man viſirte nach dieſem Sterne. Alsdann ſtimmte das Inſtrument mit dem Himmel überein. Es zeigte die Lage aller übrigen Sterne, ſowohl in Rückſicht des Aequators, als der Koluren. Ein eingetheiltes Viertheil vom Kreiſe, das von dem Pole bis zum Aequator ging, und unter dieſem Kreiſe fortbewegt werden konnte, diente dazu, die Entfernung der Sterne die nicht im Aequator lagen, oder eine Abweichung hatten, zu meſſen.

Man brachte um den Geſichtsſtrahl nach dem beobachteten Sterne beſſer zu richten, an dieſe Kreiſe Alhidaden an. Hipparch vervollkommnete die Alhidade durch Dioptern. Wenn man an einer Regel hinunter nach einem Gegenſtande ſieht, ſo iſt man gewiß, daß der Gegenſtand weder oberhalb, noch unterhalb liegt; aber in Anſehung der Breite des Lineals iſt man wegen der Richtung der Augenaxe ungewiß. Man befeſtigte daher an die beiden Enden derſelben zwei kleine Metallſtücke, in jedes eine ſenkrechte Spalte oder ein kleines Loch in der Mitte geſchnitten, und ſo hatte man die Richtung des Sehſtrahls ſehr genau.

§. 7.

Was die Sonne betrifft, ſo beobachtete man ihren Durchgang durch die Ebene der Kreiſe vermittelſt des Schattens, den der obere Theil des Kreiſes auf die Höhlung des untern Theils warf. Weil dieſer Schatten immer ſchmaler war, als die Dicke des kupfernen Kreiſes, ſo urtheilte man von der Zeit, in welcher ſich die Sonne in dieſer Ebne befand, indem man den Augenblick beobachtete, wo der Schatten grade in der Mitte

des Rings war, ſo daß die beiden Ränder gleich ſtark erleuchtet wurden. Fiel die Zeit dieſes Durchgangs in die Nacht, und der Augenblick konnte nicht unmittelbar beobachtet werden, ſo beſtimmte man die Stunde der Nacht, in welcher der Durchgang vorgefallen war, aus der Lage des Schattens des nächſtvorhergehenden und nächſtfolgenden Tages. Auf die Art beobachtete man die Nachtgleiche a).

Vermuthlich fügte man zur Zeit des Eratoſthenes zu dieſem Inſtrument einen Kreis hinzu, der ſich um den Mittelpunct des Aequators drehen ließ, damit man ihn mit der Sonne erheben und herunterlaſſen konnte. Dieſe Erſindung des Eratoſthenes diente ihm, die Schiefe der Ekliptik zu meſſen. Gegen die Zeit des Sommerſonnenſtillſtands richtete er dieſe bewegliche Ekliptik auf die Sonne, und ſtellte ſie ſo, daß der Schatten des obern Theils grade die Mitte der untern Höhlung einnahm. Der Tag, da man aufhörte, dieſen Kreis zu erheben, war der Tag des Sonnenſtillſtands, und die größte Sonnenhöhe wurde durch die Grade des Meridians ausgedrückt. Den Winter beobachtete man auf dieſelbe Art. Die kleinſte Höhe, und der Unterſchied gab die Entfernung der Wendekreiſe, deren Hälfte die Schiefe der Ekliptik war. Die Alten ſcheinen niemals die Idee gehabt zu haben, die abſolute Höhe der Sonne oder der Sterne über dem Horizonte zu meſſen. Sie betrachteten vielleicht dieſen Kreis, in Abſicht der Kreiſe der Sphäre, als zu veränderlich, um darauf eine Beobachtung zu beziehen.

§. 8.

Die Zeit zu meſſen und kennen zu lernen war der erſte Zweck aſtronomiſcher Arbeiten, und die erſte Frucht, welche die Menſchen daraus zogen. Man rechnete Anfangs nach Sonnen oder nach Tagen; man vergrößerte die Maßen, indem man ſich zuerſt der Mondesumläufe,

a) Memoires de l'Academie des Sciences 1703, p. 42.

darauf des jährlichen Sonnenumlaufs, und endlich, um größere Zeiträume zu faſſen, oder um eine numeriſche Vorſtellung von dieſer beſtändigen und ſchnellen Folge, welche die Generationen der Weſen, und die Dauer der Reihe verſchlingt, und wovon die großen Naturperioden nur Einheiten ſind, zu haben, ihrer kombinirten Revolutionen bediente. Aber dieſe aufgehäuften Jahrhunderte waren nur für die Wißbegier und für den Gebrauch des Verſtandes; vor dieſen Unterſuchungen erforderten die bürgerlichen Bedürfniſſe kleinere Zeitmaaße, um den Tag und die Arbeiten darnach einzutheilen. Die Natur hatte durch die Abwechſelung des Lichts und der Finſterniß, die Abwechſelung der Arbeit und Ruhe geordnet. Die erſte Eintheilung des Tages war einfach. Man theilte nämlich den Tag in vier Theile in Morgen, Mittag, Abend und Mitternacht. Vermuthlich hat man von dieſen Eintheilungen wieder Unterabtheilungen gemacht. Daher entſtanden die vier Theile des Tages und die vier Nachtwachen der Römer, eine Eintheilung die man noch bei den Indianern findet a).

§. 9.

Dieſe Maße waren unbeſtimmt und ungwiß, als man aber die Genauigkeit der Kunſt darauf anwandte, als man den Tag in gleiche Theile, Stunden genannt, theilen wollte, bediente man ſich zweier Mittel nämlich der Waſſeruhren, in welchen der, durch gewiſſe Kunſtgriffe gemäßigte und geleitete Fall des Waſſers die Stunden anzeigte: und der Sonnenuhren, auf welchen der Schatten eines Stifts fortrückt, indem er der Bewegung der Sonne folgt, und zu demſelben Zwecke dient. Die Waſſeruhren gehören unter die älteſten Erfindungen. Man würde den Fall des Waſſers nicht gebraucht haben, um den Aequator in zwölf Theile zu theilen, wenn man einen abgetheilten Kreis und die kupferne Sphäre, wovon wir ſo eben geredet haben, ge-

a) Geſch. d. Sternk. d. Alterth. 1. B. 4. Abſchn. §. 14

habt hätte. Dieß Inſtrument würde unmittelbar die geſuchte Eintheilung gegeben haben, und weil daſſelbe von einem hohen Alter iſt, ſo ſieht man daraus, daß der Urſprung der Waſſeruhren ſich in die entfernteſten Zeiten verliert. Die Sonnenuhren haben ihren Urſprung den abgetheilten Kreiſen und den alten Armillen zu verdanken. Eine Sonnenuhr iſt weiter nichts, als ein auf einer Ebne beſchriebner Kreis, eine vereinfachte Armille. Dieſer Kreis, der, wie ehemals in ſechszig, oder in Beziehung auf die zwölf Theile des Aequators abgetheilt war, gab zwei Tagesabtheilungen eine allgemeinere in ſechszig Theile, welche die ältere zu ſein ſcheint, und eine andre in zwölf Theile. Dieſe Stunden waren Anfangs gleich; ſie würden nicht zum Zeitmaaße gebraucht worden ſein, wenn ſie ungleich geweſen wären; übrigens gab ſie das Inſtrument, die Sonnenuhr ſelbſt ſo. Man hätte ohne Hülfe der Projektionsmethode, deren Erfindung weit neuer iſt, als die Erfindung der Sonnenuhren, nur Sonnenuhren verfertigen können, welche ungleiche Stunden anzeigten. Die Stunden wurden nur deswegen ungleich, weil ſie aus der Aſtronomie auch aufs bürgerliche Leben übergetragen wurden. Die Aſtronomen nannten Tag oder künſtlichen Tag die Dauer einer ganzen Revolution der Sonne. Der künſtliche Tag faßt einen natürlichen und die darauf folgende Nacht in ſich. Das Volk welches wacht, um zu arbeiten, wenn die Sonne ihm leuchtet, und ſchläft, wenn ſich die Sonne wieder entfernt, konnte nicht begreifen, daß man ein Gemiſch von Licht und Dunkelheit, von Arbeit und Ruhe Tag nennte. Es entſtellte eine nützliche Abtheilung, und die Unwiſſenheit machte dieſelbe, um ſie nach ihren Gebrauche zu bequemen, unvollſtändig. Sie bekümmerte ſich nicht darum, ob die Zeit, während ſich die Menſchen dem Schlafe überließen, auf gleiche Weiſe fortlaufe; ſie wendte die zwölf Stunden auf den natürlichen Tag, auf die Zeit der Gegenwart der Sonne an. Der große Haufe widerſteht vermöge ſeiner Maſſe und der Kraft der Trägheit, und

ſchreibt der kleinen Anzahl aufgeklärterer Köpfe Geſetze vor. Man mußte der Unwiſſenheit nachgeben, die man ohne Zweifel nicht aufklären konnte; und man verdoppelte die Zahl der Stunden, damit die Nacht wie der Tag gemeſſen wurde. Man hatte alſo vier und zwanzig Stunden. Aber die Wiſſenſchaft that noch mehr, nachdem ſie ihrer Feindin den Sieg überlaſſen hatte; ſie ward genöthigt ihr zu Hülfe zu kommen, und den Folgen ihrer Hartnäckigkeit vorzubeugen. Weil die Tage ungleich waren, ſo wurden eben ſo, wie ſie, auch die Stunden zu den verſchiednen Jahrszeiten ungleich. Der gemeine Mann hatte ſich gewiß, wie unſre Landleute, durch den beſtändigen Anblick des Himmels irgend ein rohes Mittel verſchafft, den Tag in ſeine Stunden abzutheilen. Allein dieſe Theilung war ſchlecht: die Stunden jedes Tages mußten unter einander gleich ſein, und ſie waren es nicht. Die Wiſſenſchaft leitete aus ihren neuen Methoden und Erfindungen die Einrichtung der Uhren und der zuſammengeſetzten Sonnenzeiger her, welche die ungleiche Tagesdauer in zwölf gleiche Theile theilte. Dieß war das Werk der alexandriniſchen Schule. Vitruvius a) hat uns eine Nomenklatur und eine Beſchreibung von dieſen verſchiednen Inſtrumen aufbewahrt. Wir werden einiges davon beſchreiben, und was dieſer Schule gehört von dem, was ein Eigenthum der frühern Zeiten iſt, unterſcheiden.

§. 10.

Die erſten Waſſeruhren waren einfach und ſogar roh. Vermuthlich hat man Anfangs die Zeit durch das aus einem Gefäße ausfließende Waſſer meſſen wollen; allein man wurde bald gewahr, daß die Quantitäten des Waſſers der Zeit, nicht proportionel waren, und als man einſah, daß der Fehler von dem ungleichen Falle des Waſſers herrührte, ſo wird man dieß dadurch zu verbeſſern geſucht haben, daß man ſich im Gegentheile der Zeit des Eintauchens der Körper in das Waſſer be-

a) Architect. Lib. IX. c. 9.

diente. Der kleine Stab der Indianer, in welchen ein Loch gebohrt iſt, und der Anfangs auf dem Waſſer ſchwimmt, und nach einer gewiſſen, durch die Erfahrung beſtimmteen Zeit, ſich untertaucht, iſt vielleicht das erſte Mittel dieſer Art, deſſen man ſich bedient hat und der erſte Grad der Vollkommenheit der Waſſeruhren geweſen. Durch die Erfahrung konnte man auf die Einrichtung verſchiedner Maſchinen dieſer Art geleitet werden, welche verſchiedne Zeiträume maßen, die Unterabtheilungen von einander waren. Allein alsdann würde die Zeitabtheilung in ſehr kleine, wie ſie ohne Zweifel in Aſien im Gebrauch geweſen iſt a), einen ungeheuern Apparat von dieſen Maſchinen erfordert haben. Die Sorge, ſie eine auf die andre folgen zu laſſen, würde ſich vervielfältigt haben, und es würden ungeheure, durch den unvermeidlichen Zeitverluſt entſtandene Irrthümer vorgefallen ſein.

Die Alten haben ſich wahrſcheinlich der alten Methode des natürlichen Falls des Waſſers bedient und für genaue Operationen, wie z. B. die Eintheilung des Thierkreiſes, nach einer jeden Zeitabtheilung, das ausgelaufne Waſſer wieder ins Gefäß hineingegoſſen damit es immer von derſelben Höhe und mit derſelben Geſchwindigkeit ſiele, und ſo immer gleiche Zeiträume mäße b).

Die Erfahrung hat ſie vielleicht damals darauf geführt, einen Kegel, oder eine umgekehrte Pyramide zu verfertigen, wo das Waſſer zwar in ungleichen Theilen auslief, aber doch durch gleiche auf einer an dem Inſtrumente angebrachten Skale bezeichneteG rade, herabſteigen konnte c). Wir glauben, daß man dieß Inſtrument

a) Aelt. Aſtr. Ebendaſ.
b) Ebendaſ. Erl. 11. Abſchn. §. 14.
c) In einem kegelförmigen Gefäße ſinkt das Waſſer nicht in gleichen Zeiten um gleiche Höhen, ſondern es wird dazu ein Körper erfordert, der durch die Umdrehung einer krummen Linie entſteht deren, Gleichung $y^4 = ax$ iſt. Sie gehört

hat erfinden müſſen, wenn es gleich von keinem Schriftſteller beſchrieben iſt, weil es unſrer Meinung nach vor der erſten Art von Waſſeruhren, die wir jetzt beſchrieben haben, vorhergehen mußte.

§. 11.

Es läßt ſich jedoch auch denken, daß die Alten irgend ein Mittel hatten, die Geſchwindigkeit des Waſſers und die ausgelaufenen Quantitäten immer gleich zu machen. Wir werden ſehen, daß mehrere Waſſeruhren auf dieſe Gleichheit gegründet ſind. Sobald ſie bemerkten, daß die Geſchwindigkeit des Waſſers von der Höhe ſeines Falls abhing, ſuchten ſie wahrſcheinlich Mittel, das Behältniß immer voll und das Waſſer in gleicher Höhe zu erhalten. Vielleicht war folgendes Mittel einfach genug, um dazu gebraucht worden zu ſeyn. Man ſtelle ſich zwei Behälter vor: aus dem erſten fließt das Waſſer in das zweite bis zu der Höhe, in welcher man das Waſſer unterhalten will. Giebt der erſte Behälter eine größre Menge Waſſer her, als der andre verbrauchen kann, ſo fließt der Ueberfluß über. Man hat nur nöthig den Umfang und den Innhalt beider Behälter ſo einzurichten, daß der eine immer wenigſtens ſo viel giebt als der andre verbraucht.

Nachdem ſie dieſe Schwierigkeit überwunden hatten, ſtießen ſie auf eine andre nicht minder große, als die erſte. Dieſe Schwierigkeit entſprang aus der Ungleichheit der Stunden. Zu Alexandrien hatte z. B. der längſte Tag im Jahr 14 Stunden und ein zwölftheil, oder die Stunde 1 St. 10′; der kürzeſte Wintertag war 10 Stunden lang oder die Stunde 50′, nach unſrer Art zu rechnen. Wenn die Tagsſtunden 1 St. 10′ lang waren, ſo hielt die Stunde der Nacht 50′ und umgekehrt. Die Stunden der Nacht und des Tages wechſelten von 1 St. 10′ bis 50′ in den mittlern Zeiten ab. Die Zeit der Nachtgleiche war die einzige, wo die Tage

zu dem Geſchlechte der Parabeln (Man ſehe Käſtn. Hydrodyn. Seite 139 u. 140). Ueberſetzer

den Nächten, und eben ſo die Stunden der Nacht den Stunden des Tages gleich waren. Wenn auch die Alten das Maß von einem Zeitraume geben wollten, ſo bedienten ſie ſich, um die Verwirrung der Jahrszeiten zu vermeiden, welche die Länge der Stunden beſtimmten, der Aequinoktial-Stunden, die damals den vier und zwanzigſten Theil des künſtlichen Tages ausmachten a).

§. 12.

Die erſte Art von Klepſydern, oder die wir wenigſtens mit Recht als die erſten anſehen können, weil ſie die einfachſte iſt, beſtand aus zwei umgekehrten Kegeln, aus einem hohlen, und an ſeiner Spitze mit einem Loche verſehnen, und aus einem ſoliden Kegel. Die Alten hatten bemerkt, daß ihre Uhren, wenn ſie die Ungleichheit der Stunden anzeigen ſollten, das Waſſer ungleich, in größerer oder geringerer Quantität, müßten auslaufen laſſen. Dieſe beiden Kegel waren ſo ähnlich abgerundet, daß ſie ganz genau in einander paßten. Der hohle Kegel war ſo abgemeſſen, daß er, wenn er voll Waſſer war, ſich während der Dauer des kürzeſten Wintertages ausleerte b). Seine Länge war in zwölf Theile getheilt und das Fallen des Waſſers bezeichnete die Stunden; oder vielleicht zeigte auch das in ein Gefäß gefallne und aufgenommne Waſſer die gleichen Tagsabtheilungen durch ſeine verſchiedenen Höhen an. Wurden die Tage und mit ihnen die Stunden länger, ſo ſetzte man den

a) Achilles Tatius. Iſag. c. 18.

b) Da durch das Eintauchen des ſoliden Kegels in den hohlen das darin befindliche Waſſer höher ſteigt, ſo übt es auch jetzt einen ſtärkern Druck aus, und läuft mit größrer Geſchwindigkeit aus als vorher. Die Zeit des Ausflieſſens iſt alſo kürzer oder länger, je nachdem der feſte Kegel tiefer oder weniger tief eingetaucht wird, der hohle Kegel mußte alſo ſo viel Waſſer enthalten, daß er ſich während der Dauer des längſten Sommertages und nicht wie der Verf. ſagt, des kürzeſten Wintertags ausleerte. Uebrigens darf man auch hier aus dem oben angeführten Grunde auf kein gleichförmiges Ausflieſſen rechnen. Ueberſetzer

ſoliden Kegel hinein, und ſo wie derſelbe weniger oder mehr in den hohlen fortrückte, floß das Waſſer mit mehr oder weniger Leichtigkeit aus. Es gehörte mehr Zeit dazu; damit dieſelbe Quantität Waſſer ausfloß, und die Theile des Tages oder die Stunden wurden länger. Der feſte Kegel wurde von einer graduirten Regel getragen, welche anzeigte, wie viel er nach der Länge der Tage eingetaucht oder zurück gezogen werden müßte. Dieß iſt eine einfache und ſogar rohe Einrichtung. Eine ſolche Maſchine würde ſchwer auszuführen ſeyn, wenn man nur die mindeſte Genauigkeit verlangte. Beſonders erforderte die graduirte Skale eine Genauigkeit, deren die Alten Anfangs nicht fähig waren; aber man vervollkommnete ſie nach und nach, und ſo unvollkommen ſie auch war, ſo dürfen wir doch nicht zweifeln, daß dieſe Uhr die Ungleichheit der Stunden auf eine befriedigende Art zeigte. Wir müſſen glauben, daß ſie keinen ſo beträchtlichen Fehler hatte, der ihren Gebrauch verhindert haben würde. Die Mühe, welche ſich Vitruv giebt, ſie zu beſchreiben, beweiſet, daß man ſich lange Zeit derſelben bedient hatte, und daß ſelbſt zu ſeiner Zeit Leute, die nicht ſo bemittelt waren, eine größre Genauigkeit zu bezahlen, Gebrauch davon machten. Man denke ſich, wie viel Verſuche, Bemühungen und wiederholte Erfahrungen es wenigſtens in der Zeit von einem Jahre hat koſten müſſen, die Gradation dieſer Maſchine, die allen übrigen zum Muſter dienen konnte, zu beſtimmen und einzurichten. Auf die Art erſetzt die Geduld die Stelle des Genies ſo lange, bis die Erfindung zu Hülfe kömmt.

§. 13.

Die zweite Art von Klepſydern war ſinnreicher und angenehmer eingerichtet. Das Hauptſtück beſtand aus einer Säule, auf welcher man in ſchiefer Richtung die Linien der Stunden ungefähr auf folgende Art bezeichnete. Man zog auf die Säule zwei diametriſch entgegengeſetzte Vertikallinien; wovon die eine in dem Verhältniſſe des längſten Tages zur kürzeſten Nacht, und die

andere in dem entgegengeſetzten Verhältniſſe des kürzeſten Tages zur längſten Nacht, eingetheilt war. Jede von dieſen vier Abtheilungen theilte man wieder in zwölf Theile, welche die Stunden des Tages und der Nacht vorſtellten, und indem man dieſe korreſpondirenden, Abtheilungen durch ſchiefe Transverſal-Linien, die auf der Oberfläche der Säule beſchrieben wurden, mit einander vereinigte: ſo hatte man die ſucceſſive Verminderung oder Vermehrung der Stunden in den verſchiednen Jahrszeiten. Die Säule war beweglich, und drehte ſich in Zeit von einem Jahre um ſich ſelbſt herum, ſo daß ſie nach dem Verhältniß der in zwölf Theile oder Stunden getheilten Tage nach und nach kleinere oder größre Räume zeigte, welche eine kleine Figur zur Seite mit einem Zeiger bemerkte. Die kleine Figur mußte natürlich ſelbſt in die Höhe bewegt werden können, damit ſein Zeiger alle Stunden nach einander zeigte; und dieſe Bewegung wurde jeden Tag erneuert. Dieſe beiden Bewegungen der Säule und der Figur, wurden durch den Fall des Waſſers hervorgebracht, welcher gleich ſein mußte. Es wurde nothwendig ein Räderwerk zu dieſer Maſchine erfordert. Perrault hat den Mechanismus, wodurch dieſe Bewegungen hervorgebracht wurden, zu errathen geſucht; wir können nicht entſcheiden, ob das, was er beſchreibt wirklich der Mechanismus der Alten iſt. Er ſei aber übrigens beſchaffen geweſen, wie er wolle, ſo zeigt er doch, daß die Mechanik, wenigſtens die praktiſche Mechanik, bei den Alten ſchon Fortſchritte gemacht, und daß die längſt bekannte Kunſt der Waſſeruhren beinahe ihre Vollkommenheit erreicht hatte. Wären die Theile, welche dieſe Maſchine in Bewegung ſetzten, nicht mit Einſicht verbunden und mit Geſchicklichkeit ausgeführt worden, ſo würden daraus in kurzer Zeit ungeheure Unregelmäßigkeiten entſprungen ſeyn.

§. 14.

Vitruv bemerkt, daß dieſe Bewegungen vermittelſt gezähnter Räder wären ausgeführt worden; er fügt

hinzu, daß dieſe Räder Steine werfen. Perrault vermuthet mit Recht, daß dieſe Steine in ein metallnes Becken gefallen und beſtimmt geweſen wären, die Stunden anzuzeigen und zum Schlagwerke zu dienen. Vitruv a), der an einem andern Orte eine Maſchine erklärt, vermittelſt der man den Weg, den man in einem Wagen zurücklegt, miſſet, ſagt ausdrücklich, daß ſie Kieſelſteine enthielte, von denen jede Meile einer herausfiele. Man kömmt natürlich auf die Vermuthung, daß die Alten ſich auf gleiche Weiſe dieſer Kieſel bedienten, die Stunden ſchlagen zu laſſen. Unter den Geſchenken welche der Khalife Harun Al Raſchid durch ſeine Geſandten an Karl den Großen ſchickte, war eine Uhr, welche die Stunden durch Kugeln anzeigte, die heraus ſprangen, und in ein metallnes Gefäß fielen. Man ſagt, daß dieſer Kugeln zwölf geweſen wären b). Daraus ſchlieſſen wir, daß dieß Schlagwerk nur durch einen Schlag die Stunde anzeigte. Es iſt nicht wahrſcheinlich daß der Kunſtfleiß der Alten es ſo weit gebracht habe, durch die Zahl der Schläge, die Zahl der verfloßnen Stunden zu bezeichnen. So ſchreiten die Wünſche des Menſchen, und mit ihnen die Künſte fort. Man wollte die Zeit meſſen, man erfand die Uhren und man ſchätzte ſich glücklich die gleichen Zeiträume des Lebens und Daſeyns beſtimmen zu können. Dieß war noch nicht genug, man wollte auch des Nachts die Stundenfolge hören; man wollte ſich den Tag über der Mühe entledigen, nach der Uhr zu ſehen, und der beſchäfftigte, oder zerſtreute Menſch wollte, daß der Schall ihm die Zeit ankündigte. Allein die Zeit verfließt, nicht weniger ohne ſein Wiſſen, wenn er nachdenkt oder wenn er ſpielt, und wenn innere Unruhe ihn quält, wenn die Hoffnung ſich nach den Tröſtungen der Zeit ſehnt, ſo iſt das Schlagwerk eben ſo langſam, als der Zeiger, welcher unbeweglich zu ſeyn ſcheint.

a) Architect. Libro X. capite XIV.

b) Annales Regi Franc. Pipini, Caroli Mag. ad an. 807.

§. 15.

Die vorhergehende Uhr muß alſo zu Alexandrien erfunden ſeyn, wo die Mathematik kultivirt wurde. Dieſe neue Wiſſenſchaft wurde den Künſten zu Hülfe gerufen. Kteſibius, den man als den Erfinder der Waſſeruhren anſieht, und der bloß die Maſchinen dieſer Art, die ungleich älter als er waren, vervollkommnet hat, konnte von dieſer der Erfinder ſein. Man verdankt ihm verſchiedne Erfindungen, als der Pumpen und der Hydrauliſchen Orgeln, oder der Maſchinen, die, durch Waſſer bewegt, Töne hervorbringen. Dieſe Erfindungen mußten viel Aehnlichkeit mit der ſo eben beſchriebnen Uhr haben. Wir haben ſie als die Zweite von den Waſſeruhren betrachtet. Was nämlich in den beiden folgenden Arten aſtronomiſches vorkömmt, konnte nur hinzugefügt werden, als die Maſchinen alle Vollkommenheit, die ſie beſitzen, erlangt hatten. Die Aſtronomie erſcheint darin als eine fremde Vollkommenheit. In unſern Tagen hat man erſt dann darauf gedacht Uhren zu machen, welche den wahren Gang der Sonne, die Mondsphaſen, die Tage des Monats und der Woche bezeichnen, als die Grundſätze, welche die Gleichförmigkeit der Bewegung hervorbringen, hinlänglich vervollkommnet waren.

§. 16.

Die dritte Art der Waſſeruhren iſt die erſte von denen, bei welchen die Alten einige aſtronomiſche Kenntniſſe angebracht haben. Ungeachtet hier der Fall des Waſſers immer gleich ſeyn mußte, ſo rührt doch die Ungleichheit der Stunden von ungleichen Quantitäten des Waſſers her. Unter dem Zifferblatte iſt ein andres Zifferblatt angebracht, um welches herum die Zeichen des Thierkreiſes und die Grade der Ekliptike gezeichnet ſind. Der innere Theil des Zifferblatts läßt ſich auf dem feſten Thierkreiſe herum drehen. Er bildet eine Trommel, in deren krumme Fläche eine ungleiche Fuge hineingeſchnitten iſt. In dieſer Fuge, welche ſich durch die kreisförmige und gleiche Bewegung der Trommel

zeigt, iſt ein Loch, aus welchem das Waſſer herausfließt, indem es bald größere bald kleinere Quantitäten heraus läßt; und dieß auf die Art angewandte Waſſer theilte dem Stundenzeiger ſeine Bewegung mit. An der Trommel befand ſich ein Zeiger, den man, wie begreiflich nur auf den Ort der Sonne in der Ekliptik zu ſtellen brauchte. Die ungleiche Fuge regulirte die Quantität Waſſer nach der Länge des Tages. Dieſe Mittel waren ſehr ſinnreich; allein es iſt ſchwer, eine ſolche Fuge gut zu machen, und die Ausführung ſetzt viele Sorgfalt voraus. Wir können nicht unterlaſſen, hier die Bemerkung zu wiederholen, daß man in keiner neuen Kunſt ſo viel Einſicht findet. Was die dem Stundenzeiger mitgetheilte Bewegung betrift, ſo verfuhr man damit auf folgende Art. Das Waſſer fiel in ein Behältniß und erhob dadurch ein Stück Kork, welches an einer leichten um die Axe des Zeigers gewickelten Kette hing: An dem andern Ende der Kette war ein Gewicht aufgehängt, welches dem Korkſtücke das Gleichgewicht hielt. Wurde alſo das Korkſtück von dem Waſſer in die Höhe gehoben, ſo ſtieg das Gewicht herab, und drehte dadurch ſowohl die Axe, als den Stundenzeiger.

Die vierte Art, die wie ich glaube, zuletzt erfunden wurde, weil ſie mehrere Kenntniſſe vorausſetzt, wurde Anaphorica genannt. Man zeichnete auf das Zifferblatt die Projektion der ſphäriſchen Kreiſe, und die verſchiednen Parallelkreiſe der Sonne wurden darauf beſchrieben. Der tägliche und nächtliche Theil dieſer Parallelkreiſe wurden jeder durch die zwölf Stundenkreiſe in zwölf Theile getheilt. Ein Nagel oben ſtellte die Sonne vor, die man jeden Tag in den Grad der Ekliptik, wo ſie ſich wirklich befand, hineinſchieben konnte. Dieſer Nagel, der durch den Fall des Waſſers in Bewegung geſetzt wurde, beſchrieb den Parallelkreis der Sonne und zeigte die Stunden. Man ſieht, daß dieſe Uhr einem aufgeklärtern Jahrhundert gehört, als die erſten. Sie erfordert Tafeln von der Bewegung der Sonne: ſie ſetzt die Projektionsmethode als bekannt

voraus. Sie gehört alſo in eine ſpätere Zeit als dieſe Methode, und als Hipparch, welcher zuerſt Tafeln von der Bewegung der Sonne gab. Ohne Zweifel hat entweder dieſer Aſtronom ſelbſt, oder die Künſtler ſeiner Zeit haben ſich bemüht, dieſe neuen Kenntniſſe auf die Vervollkommnung der Uhren anzuwenden.

§. 17.

Die Waſſeruhren ſind in ganz Aſien in Gebrauch geweſen a), in China, in Indien, ohne Zweifel in Chaldäa, in Aegypten, in Griechenland, wo Plato ſie einführte; Cäſar fand ſie ſogar in England, als er ſeine Waffen dahin trug. Dieß neue Inſtrument gab ihm Gelegenheit, zu beobachten, daß die Nächte dieſer Himmelsgegend kürzer wären als in Italien. Die Sonnenuhren ſind nicht von einem ſo allgemeinen Gebrauche geweſen. Nur bei den Chaldäern und bei den Juden, die ſie aus Babylon erhielten, findet man Spuren von dieſer Erfindung b). Unſtreitig kam ſie von da nach Griechenland, Aegypten und Rom. Vitruv ſagt uns c), daß die Alten mehrere Arten von Sonnenuhren hatten; nämlich den Hemicyklus, die Skaphe oder Hemiſphäre, den Diskus, die Aranea, die Proſtahiſtorumena, die Proſpanklima, den Pelerinon, den Konus, den Köcher, den Gonarch, die Angonate und die Antiborea. Eine ſo große Anzahl verſchiedner Arten von Sonnenuhren iſt ein Beweis von einer kultivirten und tief durchdachten Kunſt. Wir können alſo daraus ſchlieſſen, daß die Gnomonik den Alten nicht allein nicht unbekannt geweſen ſei, ſondern daß ſie uns vielleicht darin nichts nachgaben. Alle dieſe Kenntniſſe, von denen in Vitruvs Werke erzählt wird, gehören nicht

a) In einem Triumphe des Pompejus trug man unter der Beute aus dem Orient eine Uhr in einem mit Porten beſetzten Gehäuſe. Plinius, Lib, XXXVII. cap. 1. Mem. de l'Acad. des Inſcrip. Tom. XX. p. 448.

b) Aeltere Aſtr. B. V. §. 10.

b) Archit. L. IX. cap. 9.

den Römern, deren Genie auf Künſte oder Wiſſenſchaften nicht gerichtet war. Sie kannten kaum dreihundert Jahre vor Chr. Geb. die Sonnenuhren. Sie haben die mathematiſchen Wiſſenſchaften niemals ſo bearbeitet, daß man glauben könnte, dieſe Fortſchritte und dieſe Vollkommenheit der Gnomonik ſeien ihr Werk. Ueberdieß ſpricht Vitruv davon zu oberflächlich, als daß man nicht glauben ſollte, er rede von fremden Kenntniſſen, mit denen er ſelbſt nicht vertraut war. Wir ſetzen ſie hierher, weil ſie nicht das Werk der Römer ſind, und dieſe ſie aus Aegypten holen mußten, wo ſie in der alexandriniſchen Schule, wenn gleich nicht erfunden, doch wenigſtens vervollkommnet ſind.

Der Hemicyklus, welchen, wie wir ſchon geſagt haben a), Beroſus erfunden hatte, war hemiſphäriſch und in ein Quadrat ausgeholt, ſo daß der größte Kreis dieſer Halbkugel ſenkrecht auf der Ebne des Aequators ſtand. Wir wollen nicht weiter davon reden; denn der Text von Vitruv iſt ziemlich dunkel und Perrault noch mehr. Dieſe Sonnenuhr ſcheint uns die Original-Sonnenuhr, die zuerſt erfundene, ſeyn zu müſſen; denn da die Sonne an der Ründung des Himmels in einem Kreiſe ſich bewegt, ſo wollten die Alten, daß die Höhlung dieſes Inſtruments daſſelbe dem Gewölbe des Himmels ähnlich machte, und der, der Sonne gegen überſtehende Schatten eben ſo, wie ſie, auf einer Sphäre fortrückte. Man findet darin eine gewiſſe Nachahmung, welche in jeder Art der erſte Schritt des menſchlichen Verſtandes iſt.

§. 18.

Die Aranea iſt eine Erfindung des Eudoxus. Wir haben geſagt, daß dieſe Sonnenuhr auf einer Ebne beſchrieben war b), und daß die Menge von Linien, welche darauf gezogen waren, und einem Spinnengewebe glichen, zu dieſem Namen Veranlaſſung ge-

a) Geſch. der Sternk. des Alterth. 2ter B. 4tes B. §. 34.
b) Geſch. der Sternk. des Alterth. 1. B. 9. Abſchn. §. 5.

geben habe. Eudoxus bemerkte ohne Zweifel, daß die Höhlung des Inſtruments zu ſeinem Zwecke ganz unnütz war: der Schatten des Stifts konnte eben ſo gut auf einer mit dem Aequator parallelen Ebne a) fortrücken. Wie dem auch ſeyn mag, ſo ſcheint dieſe auf einer Ebne beſchriebne Sonnenuhr der zweite Schritt geweſen zu ſeyn, den man in der Gnomonik that.

Wir wiſſen nicht, worin die Scaphe oder die Hemiſphäre des Ariſtarchs von dem Hemicyklus des Beroſus unterſchieden war. Der Diskus war eine horizontale Sonnenuhr, auch eine Erfindung von Ariſtarch. Das Wort Diskus zeigt an, daß ſie nicht ausgehölt, ſondern auf einer Ebne gezeichnet war. Man ſagt uns nicht, was ſie neues und beſonderes hatte; aber weil ſie horizontal war, ſo entdeckte Ariſtarch ohne Zweifel, daß es nicht nöthig ſei, die Sonnenuhr wie den Aequator geneigt zu machen, und daß die auf eine horizontale Ebne projicirten Abtheilungen ebenfalls die Stunden andeuten konnten.

Die Proſtahiſtorumena gehört dem Skopas von Syrakus. Der Name dieſer Sonnenuhr bedeutet für alle Oerter, deren in der Geſchichte erwähnt wird. Wahrſcheinlich wurde ſie für das Klima von Griechenland eingerichtet, und man wußte Anfangs nicht genug davon, um ihre Unregelmäßigkeit wahrzunehmen, wenigſtens ſetzte man nicht voraus, daß ihre Neigung für verſchiedne Breiten variirte. Aber alsdann war ſie nicht von der Prospanklima verſchieden, welches eine von Parmenio erfundene Univerſal-Sonnenuhr war. Man fing damit an, die Sonnenuhren geneigt zu machen, und auf einer mit der Ebne des Aequators parallelen Ebne zu zeichnen; man ſah darauf ein, daß ſie auf einer horizontalen Ebne projicirt werden konnten. Alles dieß war gut, ſo bald man an demſelben

a) Im Originale ſteht perpendiculaire à l'équateur vermuthlich ein Schreibfehler des Verf. wofür er parallele hat ſetzen wollen. Ueberſetzer

Orte blieb; wollte man aber die Sonnenuhr an einen andern Ort bringen: ſo bemerkte man, daß ſie die Stunde nicht mehr genau zeigte; oder wahrſcheinlicher, als man bemerkte, daß dieſe Projektion auf einer horizontalen Ebne von dem Winkel abhing, den der Horizont mit dem Aequator machte, ſo urtheilte man, daß dieſe Projektion für jeden Ort verſchieden ſeyn müßte, und daß dieſelbe Sonnenuhr nicht mehr die Stunde anzeigte, wenn ſie verſetzt wurde. Man durfte nur für jede Stadt eine beſondere Projektion machen; allein der menſchliche Kunſtfleiß, durch die Hinderniſſe ermuntert, wollte es noch beſſer machen und eine allgemeine Uhr verfertigen. In dieſer Abſicht bemerkte Parmenio, daß die alte gegen den Horizont geneigte und mit dem Aequator parallelen Sonnenuhr geſchickt ſei zu werden, weil man ſie nur beweglich machen, oder ſo einrichten durfte, daß ſie verſchiedne Neigungen annehmen und erhoben oder erniedrigt werden konnte, je nachdem an den Oertern, wohin ſie gebracht wurde, der Aequator weniger oder mehr über dem Horizont erhaben war.

§. 19.

Als einmal die Sonnenuhren dieſe Vollkommenheit erreicht hatten, ſo dachte man darauf, ſie intereſſanter oder nützlicher zu machen, und noch verſchiedne andre Anzeigungen hinzuzufügen. Wir ſchliſſen dieß aus dem Pelekinon, oder des als Hacke gebildeten Sonnenzeigers, deren Erfinder Theodoſius und Andreas Patrocles ſind. Perrault vermuthet mit vieler Wahrſcheinlichkeit, daß dieſe Sonnenuhr ihren Namen von den Transverſallinien hatte, welche die Zeichen und Monate bemerken, gegen die Mitte zuſammenlaufen und gegen die Seiten zu ſich erweitern. Dieß giebt ihnen die Geſtalt einer doppelten Hacke, die ſehr viel Aehnlichkeit mit dem Eiſen der alten Hellebarden hat. Er vermuthet auch, daß die Sonnenuhren, der Kegel und der Köcher, die dem Dionyſiodor und Apollonius beigelegt werden, vertikale Sonnenuhren ſind, die

nach Oſten und Weſten ihre Richtung haben, und die wegen ihrer Länge, und ſchiefen Lage einen Kegel oder einen Köcher vorſtellen können.

Was den Gonarch und Angonate betrift, ſo ſieht man aus ihren Namen, daß von Winkeln die Rede iſt und daß dieſe Sonnenuhren, ohne Zweifel verſchiedentlich in Abſicht des Horizonts oder Meridians geneigt waren. Baldus glaubt, daß die Antiborea eine gegen Norden gerichtete Aequinoktial-Sonnenuhr war. Sie iſt für den Frühling und Sommer. Die andre, welche für den Herbſt und den Winter iſt, muß nach Mittag gerichtet ſeyn. Dieſer erſten Hälfte hat man ohne Zweifel den Namen Antiborea gegeben. Vitruv erwähnt auch noch tragbarer Sonnenuhren die er Penſilia nennt, weil man ſie aufhängen muß, um ſich ihrer zu bedienen. Sie mußten folglich viel Aehnlichkeit mit unſerm aſtronomiſchen Ringe haben.

§. 20.

Dieß waren nebſt dem Gnomon, die Inſtrumente deren ſich die alexandriniſchen Aſtronomen bis auf Hipparch und Ptolemäus, welche neue erfanden, bedienten. Man bemerkt leicht, was dieſe Aſtronomen in der Kunſt der Waſſer- und Sonnen-Uhren ihren Vorgängern verdankten; man ſieht die Vollkommenheit, welche die Kunſt von ihrem Genie empfing. Aus Vitruvs Beſchreibung dieſer Maſchinen erhellet, daß ſie in Rom im Gebrauch waren. Allein dieſe berühmte Stadt beherrſchte die ganze Erde, bereicherte ſich mit ihrer Beute und verſchafte ſich Produkte der Künſte ohne eine davon zu verbeſſern. Aegypten ernährte Rom und vervollkommnete für daſſelbe die Künſte. Zu Rom, wo der Wohlſtand nur aus Unruhen hervorgekommen war, hatten die Gemüther nur für Ehrgeiz, Krieg und Tyrannei Spannkraft und Bewegung. In Aegypten entwickelten die Griechen unter der Macht und der Regierung eines Einzigen ruhig ihr Genie, um die Ruhe des Friedens zu beſchäftigen und zu verſchönern. Die

Aſtronomie entſtand zu gleicher Zeit wieder mit der Geometrie. Durch das Licht dieſer beiden Wiſſenſchaften, machte die Kunſt der Waſſeruhren und der Sonnenuhren ähnliche Fortſchritte. Man bemerkt dieß Ganze und dieſe Korreſpondenz nicht bei den alten aſiatiſchen Nationen. Der Boden vertrocknet daſelbſt die fremden Keime; und wenn ſich auch einige zeigen, ſo ſterben ſie als einſame Individuen ohne Nachkommenſchaft. Bei erfinderiſchen Völkern belebt ſich alles auf einmal, und die Wiſſenſchaften gehen gleichen Schritt; dieß ſind Früchte derſelben Erde, die durch dieſelbe Sonne zur Reife gebracht werden.

Aſtronomiſche und hiſtoriſche Erläuterungen

des erſten und zweiten Abſchnitts

von der alexandriniſchen Schule und den Aſtronomen vor Hipparch.

§. 1.

Die alexandriniſchen Griechen haben die chaldäiſchen Beobachtungen zwar benutzt, aber die Aſtronomie aufs neue wieder angefangen. Unſtreitig hatten ſie dieſe Beobachtungen geſammelt, denn Konon hatte, wie man erzählt, alle Finſterniſſe, die in Aegypten, wo man nicht beobachtete, aufbewahrt waren, vereinigt. Wir haben gezeigt, daß dieſe Beobachtungen keine andere ſeyn können, als die chaldäiſchen a). Weder Hipparch noch Ptolemäus führen eine Beobachtung an, die in Aegypten angeſtellt worden wäre. Sie citiren beſtändig die chaldäiſchen. Sie beſtimmen die Revolutionen und die mittlern Bewegungen der Sonne, des Mondes und der Planeten mit einer Genauigkeit, welche vorausſetzt, daß ſie eine lange Reihe von Beobachtungen vorfanden, und dieſe Beobachtungen konnten keine andere als babyloniſche ſein. Sie fingen alles wieder an; denn ſie beobachteten von neuen die Schiefe der Ekliptik, die Lagen der Sterne, die Entfernungen, die Umläufe der Planeten ꝛc.

§. 2.

Die Beobachtungen des Ariſtyllus und Timochares waren ohne Zweifel nicht ſehr genau, denn damals war die wahre Aſtronomie noch in ihrer Kindheit. Hipparch macht jedoch 150 Jahre nachher Gebrauch davon, und durch ſie erkannte er die Bewegung der Fixſterne b). Man lieſet in dem Almageſt, Timochares habe zu Alexandrien gefunden, daß der Stern, die Kornähren der Jungfrau genannt, 8° vor der Nachtgleiche vorrückte; dieß war das Jahr 454 Nabonaſſars oder 294 vor Chriſti Geburt c). In demſelben Jahre ſah er den nördlichen Rand des Mondes den Stern β berühren, welcher der nördlichſte an der Stirn des Scorpions iſt d). Das Jahr darauf beobachtete er die Bedeckung der Kornähre durch

a) Aelt. Stern. 2. B. 5 Abſchn. §. 18.
b) Ptolem. Almag. Lib. VII. c. 1. c) Ibid. c. 2
d) Ibid. c. 3.

den Mond; er beobachte ferner im Jahre 466 Nabonaſſars, daß der Mond denſelben Stern berührte. Im dreizehnten Jahre der Regierung des Philadelphus ſtellte er eine ſeltne und merkwürdige Beobachtung an: Venus verfinſterte den erſten von den vier Sternen, am linken Flügel der Jungfrau a). Die beiden Aſtronomen beſtimmten ferner die Abweichung einiger der ſchönſten Sterne des Himmels. Hier haben wir alſo Beobachtungen einer neuen Art; wir wiſſen nicht, daß die alten dergleichen Beobachtungen angeſtellt haben. Zum erſtenmale iſt hier in der Geſchichte der Aſtronomie die Rede von Abweichungen. Ariſtoteles hatte einige Sternbedeckungen durch die Planeten bemerkt b): aber es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß dieſe Beobachtungen vom Zufalle herrührten. Hingegen hier ſieht man, daß ſie abſichtlich angeſtellt und geſucht worden ſind.

§. 3.

Wenngleich Ptolemäus nur bei Gelegenheit des Eratoſthenes von Armillen ſpricht, ſo iſt doch nicht zu zweifeln, daß Ariſtyllus und Timochares eingetheilte kreisförmige Inſtrumente hatten. Wir haben gezeigt, daß dieſe Inſtrumente ſelbſt der uranfänglichen Aſtronomie nicht fehlen konnten c). Ohne ihre Hülfe würde ſie die uns zurückgelaſſenen Beſtimmungen nicht gegründet haben. Wir finden noch die Nothwendigkeit dieſer Inſtrumente in ſpätern Zeiten und in glaubwürdigen Thatſachen wieder. Nach Eudoxus hatte, wie wir ſchon bemerkt haben d), die Sonne eine abirrende Bewegung, vermöge welcher ſie ſich von der Ekliptik zur Seite entfernte. Ob dieſe Aberration eine wirkliche Erſcheinung oder ein Beobachtungsfehler iſt, thut hier nichts zur Sache. Man würde nicht bemerkt haben, daß die Sonne von ihrem Wege abweiche, daß dieſer Weg ſich über den Horizont erhebt, oder ſich ſenkt, wenn die unſichtbare Spur dieſes Geſtirns nicht an den Himmel gezeichnet, wenn dieſe von der Sonne beſchriebne Kreisfläche nicht durch ein Zirkelförmiges Inſtrument in Beziehung auf den Horizont beſtimmt worden wäre. Nie unter dieſer Vorausſetzung kann die Idee von dieſer Aberration, entweder von einer wirklich beobachteten Erſcheinung oder vielleicht daher, daß das Inſtrument ſich durch ſein Gewicht geſenkt hat, entſtanden ſein. Mann kann ferner ſagen, daß den Indiern und einigen alten Griechen zufolge die Schiefe der Ekliptik ehemals

a) Ibid. Lib. X. c. 4.
b) Aelt Aſtron. 9tes B. 8. Abſchn. §. 10.
c) Ebendaſ. 2. B. 2. Abſchn. § 14 u 19.
d) Ebendaſ. 9. B. 9. Abſchn. § 7 u 9.

hat 25° betragen können a). Zur Zeit des Eudoxus gab man ſie nicht größer als 24° an. Der Unterſchied war groß genug um bemerkt zu werden, aber es bedurfte eines Inſtruments. Man könnte gegen die Exiſtenz der Inſtrumente des Ariſtyllus und Timochares einwerfen, daß dieſe Aſtronomen den Ort der Planeten vermittelſt der Alignements-Methode beſtimmten, und die kleinen Entfernungen nach Mondshalbmeſſern ſchätzten: allein Timochares beantwortet dieſen Einwurf ſelbſt, und zwar auf eine Art, die alle Zweifel hebt, durch die Beobachtung der Abweichung der Sterne. Er hatte die Abweichung des Regulus zu 21° $\frac{1}{3}$, des Sterns, an dem Kopfe der Zwillinge, zu 33° beobachtet b). Dieſe Abweichungen ſind zu groß um nach Mondsdurchmeſſer geſchätzt zu werden, und es war dazu unſtreitig ein Kreisinſtrument nöthig. Alles dieß läßt ſich mit einander vereinigen, wenn man dem Timochares, wie man durchaus nicht umhin kann, den Gebrauch der Armille für die großen Bögen einräumt, dabei aber annimmt, daß dieß Inſtrument zur Beſtimmung der kleinen Entfernungen, nicht ſehr bequem und genau war, und daß er ſie daher lieber mit den bloßen Augen nach Mondsdurchmeſſern geſchätzt hat. Es iſt ferner offenbar, daß Ariſtarch ein Inſtrument zum Winkelmeſſer haben mußte, ohne welches er die Elongation des Mondes im erſten und letzten Viertel nicht hatte beſtimmen können. Eben ſo war ihm ein Inſtrument zur Meſſung des Sonnen- und Mondsdurchmeſſer ganz unentbehrlich; Archimedes ſagt es ausdrücklich c). Man erzählt, daß Eratoſthenes vermittelſt der Dioptra, welches eine Art von Quadrant war, die Höhe eines Berges gemeſſen habe. Er hatte ſeine Höhe zu 10 Stadien d) gefunden, welche nach dem Werthe der Stadie, die bei der Erdmeſſung gebraucht wurde, eine Höhe von 855 Toiſen ausmachen. Man kann aus dem, was wir ſo eben geſagt haben, ſchlieſſen, daß nicht nur Eratoſthenes und Ariſtarch, ſondern ſelbſt Ariſtyllus und Timochares Armillen und Kreisinſtrumente beſaßen.

§. 4.

Timochares und Ariſtyllus Schriften exiſtirten noch vor nicht gar zu langer Zeit bei den Arabern und vielleicht könnte man ſie in Aſien wieder finden. Wenigſtens ſind ſie in dem von H. Melot im Jahre 1749 mitgetheilten Verzeichniſſe der orientaliſchen Bücher, die er für die königliche Bi-

a) Ebendaſ. Erl. 3tes. B. 3ter Abſchn §. 12.
b) Almag. Lib. VII. c. 2. c) Oben §. 17.
d) Theons Kommentar übers Almageſt. 1. B. p. 41.

bliothek in der Levante ſuchen ſollte, mit angeführt. Man findet in dieſem Verzeichniſſe, No. 331. die von Taoun (ohne Zweifel Ariſtyllus) auf der alexandriniſchen Sternwarte, im Jahre 921 vor der Hedſchra oder im Jahre 299 vor Chr. Geb. angeſtellten Beobachtungen; und No 234. die Beobachtungen des Taoumaris (Timochares), ebenfalls zu Alexandrien im 925ſten Jahre vor der Hedſchra oder 303 Jahre vor C. G. angeſtellt a)

§. 5.

Aratus der Verfaſſer der Phänomena iſt nicht der erſte, der in dieſer Art geſchrieben hat, man führt den Eudoxus, Laſus Magnes, Hegeſianax, Hermippus, Ariſtophanes von Byzanz an; er hatte ſie alle übertroffen; daher überlebte auch ſein Werk die übrigen. Ptolemäus ſagt vom Hegeſianax und Hermippus. Omnia Hegeſianax et Hermippus aetherea aſtra, et plures haec phenomena libris commiſerunt, ſed a ſcopo aberrarunt. Verum ſubtilis ſcriptoris principatum Aratus obtinet b).

§. 6.

Aratus hat in dieſem Gedichte die alten in Griechenland und in Aegypten bekannten Namen beibehalten. Dieſer Dichter war kein Beobachter; er iſt den beiden Werken des Eudoxus gefolgt, die er in dem ſeinigen zum Grunde gelegt hat. H. Weidler c) irrt, wenn er in der Meinung ſich auf das Zeugniß des Hipparchs gegründet zu haben, ſagt, Aratus habe mehrere aus ſeinen Beobachtungen hergeleitete Umſtände mit eingeſtreut. Er läßt den Hipparch grade das Gegentheil von dem ſagen, was dieſer Aſtronom ſehr deutlich geſagt hat. H. Weidler gründet ſich darauf, daß Hipparch in ſeinem Kommentar über den Aratus, ihn auf dem Titel des Werks vor Eudoxus nennt. Allein offenbar hat Hipparch, da er die vermeinten Fehler des Gedichts von Aratus rügte, den Namen dieſes Dichters auf den Titel ſeines Kommentars geſetzt, weil ſein Gedicht allgemeiner bekannt war, als die Werke des Eudoxus. Eudoxus Namen hat er bloß hinzugefügt um das Werk ſeinem wahren Verfaſſer zu geben, und zugleich den Aſtronomen, der der Bürge des Dichters war, in den Streit zu verwickeln. Wahrſcheinlich hat H. Weidler nicht auf die folgenden Seiten des Hipparchs gemerkt, welche ganz entſcheidend ſind und beweiſen,

a) Mss. de M. de Liſle, N. 13; 9. B.

b) In vita Arati, Uranologium, p. 270.

c) Hiſtoria Aſtronomiae, p. 124.

daß Aratus bloß den Eudoxus abgeſchrieben hat. Sed non eſt fortaſſe, quod Aratum accuſemus, ſi quid ei erroris oblatum ſit; quippe qui Eudoxi commentarium ſecutus, *non obſeruatione fretus*, phaenomena conſcripſit a) und etwas weiter: Aratum igitur Eudoxi de phaenomenis commentarium eſſe ſecutum, cum ex pluribus conſtare poteſt, ſi quis cum illius opere poetico per capita ſingula, verba Eudoxi conferre voluerit: tum hoc loco commemorare breuiter haud inutile videtur: quod ea res a nonnullis vocetur in dubium, etc. und nun führt er eine Menge Beiſpiele an. Cicero, der ihn als einen Unwiſſenden betrachtete, ſagt ganz grade zu: conſtare inter doctos, hominem ignarum aſtrologiae, ornatiſſimis atque optimis verſibus Aratum de coelo ſtellisque dixiſſe b). Cicero macht, indem er dem Dichter Gerechtigkeit wiederfahren läßt, dem Aſtronomen den Prozeß. Wenn Aratus überführt iſt, daß er bloß den Eudoxus ausgeſchrieben hat, ſo hatte, wie wir geſehen haben c), dieſer Aſtronom ſeine Vorgänger ſelbſt kopirt, oder eigentlicher zu reden, er hatte Griechenlands alte im Oriente vierzehn Jahrhundert vor Chr. Geb. angeſtellte Beſchreibungen mitgetheilt. Offenbar beſtand die Aſtronomie in Europa bis auf die Epoche, deren Geſchichte wir ſchreiben, aus nichts als erhaltenen und den Myſterien des Orients entriſſenen Bruchſtücken des höchſten Alterthums.

§. 7.

Wir haben einen Kommentar von Hipparch in drei Büchern über die Phänomene des Aratus und Eudoxus, wovon wir an einem andern Orte reden werden; eine Einleitung zu dieſen Phänomenen von Achilles Tatius, und eine andere unter dem Titel aſtronomiſche Elemente von Geminus. Wir geſtehen, daß wir nicht begreifen, warum man ſie als Kommentar oder als Einleitung zu den Phänomenen des Aratus hat betrachten können: weder der Titel noch das Werk ſelbſt ſagen etwas davon.

Endlich beſitzen wir einen Kommentar, der fälſchlich dem Eratoſthenes beigelegt wird, und wovon der Verfaſſer unbekannt iſt. Der P. Petau hat dieſe verſchiednen Kommentare in ſeinem Uranologium vereinigt. Dieß Gedicht hat viele andre Kommentatoren gehabt, wovon wir nur noch die Namen erhalten haben.

§. 8.

Wir haben geſagt, daß nach Ariſtarch die Entfernung der Sonne von der Erde ungefähr 19 mal größer war als die

a) Uranolog. p. 172. b) De oratore, I. 16.
c) Aelt. Aſtr. 1. Band 9. Abſchn. §. 9.

Entfernung des Mondes; ſo erzählt Plinius a). Genau genommen behauptete Ariſtarch, daß die Entfernung der Sonne nicht mehr als 20 und weniger als 18 mal größer ſei als die Entfernung des Mondes von der Erde. Er war durch die Meſſung des Elongations-Winkels auf dieſe Reſultate gekommen; dieſe Reſultate ſetzen voraus, daß er dieſen Winkel zwei mal gemeſſen, und ihn zwiſchen 86° 49′ und 87° 8′ gefunden hatte; denn dieſe beiden Meſſungen geben die beiden Verhältniſſe 18 und 20. Es war alſo in dieſen Beobachtungen eine Ungewißheit von 19′; der Fehler jeder Beſtimmung betrug folglich 9′ bis 10′. Aber man bemerke, daß man noch bei den Geſtirnen zugleich viſiren mußte, welches die Operation und den Fehler verdoppelt; dieſe Betrachtung giebt uns alſo etwas weniger als 5′ für die Ungewißheit der alten Beobachtungen.

§. 9.

Man ſagt uns nicht, ob Ariſtarch die abſoluten Entfernungen der Sonne und des Mondes von der Erde geſchätzt hat. Man findet in dem, was uns von ihm übrig iſt, in dieſer Hinſicht nichts poſitives. Aber Plutarch citirt, gleich nachher nachdem er das Verhältniß der Entfernungen der Sonne und des Mondes von Ariſtarch angeführt hat b), eine Beſtimmung von der Entfernung des Mondes von 56 Erdhalbmeſſern, welches wohl die von Ariſtarch ſeyn könnte. Wir werden ſehen, daß ſie nicht von Hipparch ſeyn kann, der ſie weit größer annahm; auch iſt ſie nicht vom Poſidonius, der ſie zu $52\frac{1}{3}$ Erdhalbmeſſer angab. Sie kömmt der Wahrheit zu nahe, als daß man ſie nicht einem ſo ſinnreichen Aſtronomen, als Ariſtarch war, beilegen ſollte. Nach dieſen Beſtimmungen hatten die Alten die Länge des Kegelſchattens auf 60 Erdhalbmeſſer geſchätzt c).

Ariſtarch nahm an, daß das Verhältniß des Sonnendurchmeſſers zum Erddurchmeſſer größer als 19 zu 3 und kleiner als 43 zu 6 ſei, und das Verhältniß des Mondsdurchmeſſers zum Erddurchmeſſer kleiner als 43 zu 108, und größer als 19 zu 60 d). Das Verhältniß des Mondsdurchmeſſers zum Erddurchmeſſer iſt ziemlich genau, das Verhältniß des Sonnendurchmeſſers aber iſt zu klein. Dieſer Durchmeſſer iſt ungefähr 107 mal größer als der Durchmeſſer der Erde; aber dieſe Beſtimmung hängt von der Entfernung der Sonne

a) Plin. Lib. II. c. 21
b) De facie in orbe lunae §. 7.
c) Macrob. Somn. Scip. Lib. I. c. 20.
d) De magnitudine ſolis et lunae.

ab, in welcher ſich Ariſtarch ungeachtet er ſich ihr mehr näherte, als bis dahin geſchehen war, jedoch ſehr irrte. Dieß Verhältniß iſt ſo ſchwer zu beſtimmen, daß wir kaum in unſern Tagen ſicher ſind, es genau zu kennen. Die Beobachtung des Sonnenſtillſtandes, welche Ariſtarch im funfzigſten Jahre der kalippiſchen Periode, oder im Jahre 281 vor Chr. Geb. anſtellte a), giebt uns die Epoche der Arbeiten des Ariſtarchs.

§. 10.

Cenſorinus b) erzählt daß Ariſtarch das große Jahr zu 2484 Jahre angab, ohne uns zu ſagen, welche Umläufe in dieſem großen Jahre enthalten ſind. Derſelbe Verfaſſer erwähnt auch einer mit der Jahreslänge von Ariſtarch vorgenommnen Korrektion. Calippus autem CCCLXV (adde et quadrantem) et Ariſtarchus Samius tantundem et praeterea diei partem 1623 oder 1533 c). Was bedeutet dieſe Korrektion von 53″ 12‴, oder von 56″ 24‴, die zu der Jahreslänge von 365 T. 6 St. hinzugefügt werden? Man weiß davon nichts, und es iſt nicht wahrſcheinlich, daß Ariſtarchs Idee hier richtig vorgetragen iſt. Nimmt man aber einen Fehler an, und lieſet ſtatt des Singulars partem den Plural partes, und nimmt die Eintheilung des Tages in 60 Stunden, der Stunde in 60′, der Minute in 60″ an, ſo wie ſie in Aegypten gebräuchlich war, ſo geben die 1623 und 1533 Theile des Tages 10′ 49″ und 10′ 13″ nach unſrer Art zu rechnen. Ariſtarch würde alſo dieſe beiden Größen zu dem tropiſchen Jahre hinzugefügt haben, welches ein Sternenjahr von 365 T. 6 St. 10′ 49″, oder 365 T. 6 St. 10′ 13″ wird mit einer Ungewißheit von 36″. Dieſe Beſtimmung des Sternenjahrs iſt beinahe der gleich, die wir den Chaldäern beigelegt haben, von 365 T. 6 St. 11′. Wir geben alles dieß für nichts weiter als eine Konjektur aus, allein wir geſtehen, daß ſie uns ſehr wahrſcheinlich iſt.

Auf dieſe Konjektur geſtützt, können wir vielleicht eine andre bilden, die uns in Abſicht der Periode von 2484 Jahren belehren wird. Wir können annehmen, daß Ariſtarch die Bewegungen der Sonne und des Mondes eben ſo gut kannte, wie die Chaldäer ſie gekannt haben. Wir haben Beweiſe, daß ihre Beobachtungen nach Aegypten gebracht worden ſind, und wir können daher auch mit Grunde glauben, daß die Reſultate ebenfalls dahin gekommen ſind. Wir haben geſagt, daß die Umlaufszeit des Mondes in Abſicht der Sonne bei den Chaldäern zu 29 T. 12 St. 44′ 7″$\frac{1}{2}$ feſtgeſetzt ſei e).

a) Ptol. Almag. Lib. III. c. 2. b) De die natali c. 18.
c) ibid. c. 19. d) Aelt. Aſtr. 1ſter B. 5 B. §. 15.
e) Ebendaſ. 2ter B. 4tes Buch §. 30.

Hier haben wir alſo die Mondsrevolution, wovon wir voraus ſetzen können, daß ſie dem Ariſtarch bekannt war. Alsdann machen 30724 Mondenmonate 907299 T. 10 St. 56′ 30″, welche durch 2484 Jahre dividirt 365 T. 6 St. 10′ 42′½ für die Länge dieſes Jahrs geben. Es war alſo ein Sternenjahr, welches ungefähr eins von den beiden aus der vorhergehenden Konjektur abgeleiteten Jahren iſt. Das andere könnte auf eben die Art daraus hergeleitet werden, wenn man die Revolution des Mondes um 3″ kürzer annähme, und das große Jahr von 2484 Jahren iſt eine Periode, welche die Sonne und den Mond in Konjuktion mit demſelben Sterne zurückführt. Dieſe beiden Konjekturen ſcheinen eine die andere ſehr wahrſcheinlich zu machen.

§. 11.

Man kann fragen, woher dieſe Ungewißheit und dieſer Unterſchied von 36″ zwiſchen dieſen beiden Jahren, dem einen von 365 T. 6 St. 10′ 42″ dem andern von 365 T. 6 St. 10′ 06″? Dieſe Frage führt uns auf eine dritte Konjektur. Dieſe beiden auf gleiche Weiſe aus der Periode von 2484 hergeleiteten Jahreslängen, können zwei verſchiednen Mondesrevolutionen zugeſchrieben werden; die erſte ſetzt dieſe Revolution von 29 T. 12 St. 44′ 7″½ und die zweite von 29 T. 12 St. 44′ 4″½; woraus wir beweiſen, daß die Chaldäer wirklich dieſe beiden Mondsrevolutionen hatten, eine ältere, die ſie der uralten Aſtronomie verdankten und eine neuere, die ſich auf ihre fortgeſetzten Beobachtungen gründete. Man kann glauben, daß die genaueſte, die von 29 T. 12 St. 44′ 4″½ die älteſte war 1) weil man nicht bemerkt, daß dieſe Revolution in den Perioden, welche die Chaldäer uns zurück gelaſſen haben, gebraucht worden iſt a). 2) weil ſie ſich mehr der Mondsrevolution nähert, welche H. Caſſini bei der Unterſuchung der Periode von 600 Jahren vorausgeſetzt hat. H. Caſſini hat ſie ſo angenommen, wie ſie jetzt beſtimmt wird, zu 29 T. 12 St. 44′ 3″, und er leitet daraus die Jahrslänge von 365 T. 5 St. 51′ 36″ her. Hätte H. Caſſini ſie um eine Sekunde größer angenommen, ſo würde er ein Jahr erhalten haben, das nur um 18″ größer war; 3) wenn wir die Beſchleunigung der Bewegung des Mondes annehmen, ſo finden wir das Mittel dieſe Konjekturen zu beſtätigen, und ſie auf eine glückliche und merkwürdige Art aneinander zu ketten. Nimmt man an, daß dieſe alte Revolution von 29 T. 12 St. 44′ 4″½ mit der Periode 600 Jahren zu gleicher Zeit feſtgeſetzt ſei, zu der Zeit als die Eintheilung des Thierkreiſes ausgeführt wurde, und die wir durch Konjekturen um das Jahr

a) Ebendaſ.

4600 vor Chr. Geb. angenommen haben a), ſo folgt, daß ſeit dieſer Epoche bis aufs Jahr 1750 nach Chr. Geb. 6350 Jahre verfloſſen ſind, während welcher Zeit die Mondsrevolution ſich um eine und eine halbe Sekunde vermindert habe. Aber dieſer Zeitraum enthält 78550 dieſer Revolutionen: jede Revolution iſt alſo um 0″, 0000191 kürzer geweſen; als die vorhergehende. Dieß iſt die monatliche Beſchleunigung der Bewegung des Mondes. Will man die Summe dieſer Beſchleunigungen in einem Jahrhunderte haben, ſo bediene man ſich des Vierecks ABCa (Fig. 11.), in welchem die Zahl der Revolutionen durch AB und ihre korreſpondirenden Wachsthümer durch die Linien Aa, BC vorgeſtellt ſind. Die Summe aller Beſchleunigungen wird alſo der Flächeninhalt des Vierecks ABCa ſeyn, welcher ohne merklichen Fehler mit dem Dreiecke ABC deſſen Flächeninhalt gleich iſt AB multiplizirt mit ½ BC, verwechſelt werden kann. Iſt aber Aa die Vermehrung der Revolution in der Zeit einer gewiſſen Epoche, ſo wird BC, welches die Vermehrung der Revolution am Ende einer Zahl von Revolutionen iſt, die durch AB ausgedrückt ſind, gleich ſeyn Aa multiplizirt durch die Zahl dieſer Revolutionen oder durch AB. Der Flächeninhalt des Dreiecks, die Summe aller Beſchleunigungen während der Zeit AB iſt alſo gleich ½ Aa multiplizirt mit dem Quadrate von AB. Um die Totalgröße dieſer Beſchleunigung z. B. in einem Jahrhunderte zu haben muß man, da dieſer Zeitraum 1237 Revolutionen enthält die Hälfte von 0″, 0000191, oder 0″, 00000955 durch das Quadrat von 1237 multipliziren, ſo erhält man 14″ 40‴ Zeit für die Beſchleunigung des Mondes in einem Jahrhunderte. Allein in dieſem kleinen Zwiſchenraume durchläuft der Mond 8″ ſeiner Bahn: dieß iſt nach unſern Vorausſetzungen, die Sekulargleichung der mittlern Mondsbewegung. Der verſtorbene berühmte göttingiſche Aſtronom Tobias Mayer hat dieſe Gleichung nicht zu beſtimmen geſucht. Er war in Abſicht ihrer Größe mit ſich nicht einig. In ſeinen erſten Tabellen nimmt er ſie zu 7″ an und in ſeinen letztern hat er ſie bis auf 9″ vermehrt b). Man würde ſich alſo nicht ſehr von der Wahrheit entfernen, wenn man zwiſchen dieſen beiden Beſtimmungen ein Mittel nähme und die Gleichung zu 8″ feſtſetzte. Dieß iſt genau das Reſultat, das wir ſo eben aus unſern Vorausſetzungen hergeleitet haben; woraus ſich die Beſtätigung und die Wahrheit dieſer Vorausſetzungen ſelbſt ergiebt. Man kann es alſo für ſehr wahrſcheinlich halten: 1) daß die alte Periode von 600 Jahren auf ein Sonnenjahr von 365 T. 5 St. 51′ 54″

a) Ebendaſ. 1 Band 3 B. §. 10.
b) M. de la Lande, Aſtr. Tom. II. art. 1484.

und auf eine Mondsrevolution von 29 T. 12 St. 44′ 44″$\frac{1}{2}$ gegründet war; 2) daß dieſe Beſtimmungen für die Zeit, in welcher ſie gemacht wurden, ſehr genau waren; 3) Daß ſeit dieſer Epoche die Sonnenrevolution um 3′ 9″ und die Revolution des Mondes um 1″$\frac{1}{2}$ abgenommen hat? 4) daß das Fortſchreiten der Beſchleunigung der Sonne, und des Mondes, und die Konjekturen über die Zeit der Eintheilung des Thierkreiſes auf gleiche Weiſe zuſammenſtimmen, dieſe wichtigen Beſtimmungen in derſelben Zeit und in einer, ungefähr 46 Jahrhunderte, früheren Epoche als unſere Zeitrechnung zu ſetzen. Dieß Zuſammentreffen dreier verſchiednen Wahrſcheinlichkeiten iſt ein ziemlich ſtarker Beweiß, daß die Aſtronomie wirklich in dieſer Epoche kulitvirt worden iſt; 5) daß den Chaldäern, welche die Kenntniß von der Periode von 600 Jahren gehabt haben, auf gleiche Weiſe die Mondsrevolution von 29 T. 12 St. 44′ 4$\frac{1}{2}$″, kann bekannt geweſen ſeyn. Sie verließen ſich nicht darauf, weil ſie alt war, und ſie haben auf ihre Beobachtungen eine andere weniger genaue und um 3″ länger gegründet.

§. 12.

Wir leſen in der Abhandlung von Ariſtarch de magnitudinibus et diſtantiis ſolis et lunae b), daß der Durchmeſſer des Mondes zwei Grad, oder wie man ſich ohne Zweifel zu ſeiner Zeit ausdrückte, den funfzehnten Theil eines Zeichens betrug. Aber wahrſcheinlich war dieß eine vorläufige Schätzung und nachdem er genauere Beobachtungen angeſtellt hatte, berichtigte er in einem andern Werke ſeine Meinung in dieſer Hinſicht: denn dem Archimedes zufolge behauptete Ariſtarch, daß der Sonnendurchmeſſer ungefähr den 720ſten Theil des Thierkreiſes oder einen halben Grad betrüge; wahrſcheinlich hat er alſo ſeine Meinung geändert. Ariſtarch konnte keine totale Sonnenfinſterniſſe geſehen haben, welche beweiſen, daß der ſcheinbare Durchmeſſer des Mondes eben ſo groß iſt als der Sonne, aber auch eine partielle Finſterniß war für einen ſo einſichtsvollen Beobachter als Ariſtarch hinreichend zu erkennen, daß die Krümmung beider Geſtirne dieſelbe iſt. Ueberdieß ſagt er ſelbſt, daß ihre Durchmeſſer oder ihre reellen

a) Man bemerkt noch die Beſchleunigung der Mondsbewegung in der ſynodiſchen Umlaufszeit, ſo wie ſie aus Hipparchs Perioden entſpringt, ſie betrug 29 T. 12 St. 44′ 3″$\frac{1}{4}$ war alſo um eine Viertel-Sekunde länger als wir ſie heut zu Tage beſtimmen. Weil Hipparch ſie aus den Perioden geſchloſſen hatte, die eine groſe Menge von Revolutionen enthalten, ſo kann man glauben, daß ſie eine gewiſſe Genauigkeit hatte.

b) Walliſii Opera, Tom. III. p. 569.

Größen ſich wie ihre Entfernungen verhalten, welches voraus ſetzt, daß die ſcheinbaren Durchmeſſer gleich ſind: und weil er den Durchmeſſer der Sonne zu 30′ beſtimmte, ſo hat er den Durchmeſſer des Mondes nicht größer machen können.

§. 13.

Ariſtarch, ſagt Archimedes a), nahm als Hypotheſe an, daß die Fixſterne und die Sonne ſelbſt unbeweglich ſeien, daß die Erde ſich in einer Bahn um die im Mittelpunkte befindliche Sonne bewege, daß die Sphäre dieſer Sterne ſo ausgedehnt, ihre Entfernung von der Erde ſo groß ſei, daß der Kreiß, den die Erde beſchreibt, ſich zu dieſer Entfernung verhalte, wie der Mitelpunkt einer Kugel zu ihrer Oberfläche. Dieß iſt unmöglich, fügt Archimedes hinzu, denn da der Mittelpunkt keine Ausdehnung hat, ſo kann er auch in keinem Verhältniſſe zur Oberfläche ſtehn. So erklärt Archimedes die Gedanken Ariſtarchs. Die Alten belegten mit dem Namen Welt alles, was ſich von dem Mittelpunkte der Erde bis zur Sonne erſtreckt, die zu dieſem Radius gehörige Kugel war die Welt und hier will Ariſtarch, dem Archimedes zufolge ſagen, daß die Erde zu der Welt oder der Sonnenſphäre daſſelbe Verhältniß habe, wie dieſe zu der Sphäre der Fixſterne. Archimedes ſchwächte Ariſtarchs Gedanken durch dieſe Erklärung. Er vergleicht die Verhältniſſe vier endlicher Größen, allein er raubt ihnen die Idee des Unendlichen, die Ariſtarch hatte hineinlegen wollen. Er iſt überzeugt, daß zwiſchen dem Mittelpunkte, welcher nur ein mathematiſcher Punkt iſt und der Oberfläche einer Kugel, die eine endliche Ausdehnung hat, kein Verhältniß ſtatt findet; allein Ariſtarch wollte grade ſagen, daß der Kreiß, den die Erde um die Sonne beſchreibt und die Entfernung der Fixſterne in keinem Verhältniſſe ſtänden. Wir dürfen nicht verhelen, daß Ariſtarch an einem andern Orte b) ſagt, daß die Erde in Vergleich mit der Sphäre des Mondes wie ein Punkt zu betrachten ſei, was ſich ſo ziemlich Archimeds Erklärung nähert. Auch wollen wir bemerken, daß Geminus ausdrücklich ſagt, daß die Erde in Rückſicht der Sphäre der Fixſterne ein Punkt ſei c); Geminus ſagt weit weniger als Ariſtarch. Indeß iſt es doch wahrſcheinlich, daß dieſe geſchwächte und ſo zu ſagen gemilderte Meinung, von Ariſtarch auf den Geminus der 200 Jahre nach ihm lebte, gekommen iſt. Allein wir glauben, daß im Anfange Ariſtarchs

a) In Arenario, Wallis T. III. p. 574.
b) De magnitudinibus Wallis, III, p. 569.
c) C. XIV. p. 57.

Meinung eben ſo kühn war, als die Meinung des Copernicus und der Neuern.

§. 14.

Das einzige Werk, was uns noch von Ariſtarch übrig iſt, iſt das de magnitudinibus et diſtantiis ſolis et lunae, es iſt noch ins Lateiniſche überſetzt und mit den Erklärungen des Pappus und dem Kommentar von Friedrich Commandinus im Jahre 1572 gedruckt worden. Man findet es auch in dem dritten Bande von Wallis Werken; in der Bibliothek des P. Labbe wird ein Manuſkript einer Abhandlung von Ariſtarch, unter dem Titel, Ariſtarchi praedictiones mathematicae de planetis a) angezeigt. Allein man kann kaum von der Exiſtenz eines in einer Privatbibliothek vergrabenen Manuſkripts gewiß ſein; vielleicht iſt es nur das Werk de magnitudinibus unter einem andern oder ſchlecht überſetzten Titel. Der P. Merſenne hat in dem dritten Bande ſeiner phyſiſch mathematiſchen Beobachtungen ein Werk de ſyſtemate mundi mit eingerückt, welches man unrichtig dem Ariſtarch beigelegt hat; es iſt von Roberval b).

Ariſtarch erfand, dem Vitruv zufolge c) eine Uhr Scapha genannt, welches ohne Zweifel eine Sonnenuhr war. Sie beſtand aus einem Kugelabſchnitte mit einem Stifte, der die Stunden anzeigte. Martianus Capella beſchreibt eine ſolche Uhr d), die dem Ariſtarch oder wenigſtens den alexandriniſchen Aſtronomen, die auf ihm gefolgt ſind, gehören konnte; denn er fügt hinzu, daß die Länge des Schattens am Tage der Nachtgleiche, vier und zwanzig mal genommen dem doppelten Umfange des Kreiſes gleich wäre. Man kann daraus ſchließen, daß dieſer Sonnenzeiger für eine Breite von 31° ½ eingerichtet war; und dieß iſt ziemlich genau die Breite von Alexandrien e). Vitruv legt ihm noch eine andre Sonnenuhr bei, den Diskus, welches eine Horizontaluhr geweſen zu ſeyn ſcheint f).

§. 15.

Eratoſthenes hatte, wie wir bemerkt haben, die Entfernung der Wendekreiſe größer als 47° ⅔ und kleiner als 47° ¾ gefunden. Er ſagte ferner, daß dieſe Entfernung ſich zum ganzen Kreiſe verhielte wie 11 zu 83 g); ein Ver-

a) P. 116. et 119.
b) Notes de Menage ſur Diogene Laerce Lib. VIII. 85
c) Architect. Lib. IX. c. 9.
d) In nuptiis philol. Lib. VI. p. 194.
e) Sie iſt 31° 11′ f) 1ſter B. 2 Buch §. 18.
g) Ptolom. Almag. Lib. I. c. 11.

hältniß, welches zwiſchen den beiden vorhergehenden Beſtimmungen das Mittel iſt. Im Vorbeigehen wollen wir hier bemerken, daß man damals die Bruchrechnung ziemlich gut verſtehen muſte, weil man bemerkte, daß $\frac{11}{83}$ von dem Umfange des Kreiſes das Mittel zwiſchen $47^\circ \frac{2}{3}$ und $47^\circ \frac{3}{4}$ war, wenigſtens auf $\frac{1}{19000}$. Auch wollen wir hier Ricciolis Irrthum anführen, der daraus geſchloſſen hat, daß die Alten den Kreis in 83 Theile getheilt hätten a); denn wie hätte man eine ſo wunderliche Eintheilung, die auf keinen Grund gebauet war, annehmen können? Schon Müller hat dieſe Bemerkung gemacht b).

Es kömmt jetzt darauf an die Genauigkeit dieſer Beobachtung zu unterſuchen; und dazu haben wir weiter nichts nöthig als die Güte des Inſtruments zu ſchätzen. Ptolemäus ſagt nichts beſtimmtes über die Größe der Inſtrumente ſondern bemerkt bloß, daß ſie mittelmäßig ſein müſſe c); Proclus aber, der ſich ungefähr derſelben Ausdrücke wie Ptolemäus bedient, fügt hinzu, daß der Durchmeſſer dieſes Inſtruments nicht kleiner als eine halbe Elle ſeyn müſſe d). Wir ſind dadurch um nichts weiter gekommen; denn wir kennen den Werth der Elle bei den Alten nur wenig. Man findet bei den Perſern zwei verſchiedene Ellen, die königliche Gueze von 2 Fuß 10 Zoll 11 Linien e) und die monkelſer oder abgekürzte Gueze, welche $\frac{2}{3}$ von der königlichen betrug f). Dieſe beiden Ellen würden dem Inſtrumente eine zu kleine Dimenſion geben. Shah Cholgius ſcheint die Elle mit dem Kubitus zu verwechſeln g); allein wenn wir auch den größten und bekannten Kubitus nähmen, den Kubitus von $20\frac{1}{2}$ Zoll, ſo würde das Inſtrument doch nur 5 Zoll im Halbmeſſer haben, was indeß ganz und gar nicht wahrſcheinlich iſt. Die Alten mußten durchaus größre Inſtrumente beſitzen. Welchen Grund hätten ſie gehabt, ſie ſo klein zu machen? Man ſieht leicht ein, daß ihre Genauigkeit ſich nach ihrer Größe richtet, und man muß dieſer Größe keine andre Gränze ſetzen, als die, welche aus der Schwierigkeit die Inſtrumente zu verfertigen oder ſie zu bewegen entſpringen. Servius behauptet, daß die Elle, die Länge von zwei ausgeſtreckten Armen war; Flamſtead ſchätzt ſie daher auf 6

a) Riccioli, Almag nov. T. 1. p. 8.
b) Müllers Noten in Aſtron. inſtaur. Copernici p. 67.
c) Ptolem. Almag. Lib. V. c. 1.
d) Hypotypoſis c. 2 p. 383.
e) Chardin ſagt, daß die perſiſche Gueze 34 Zoll hält, T. V, p. 219; weiter p. 345 ſagt er 35 königliche Zoll.
f) Encyclopédie, art. aune.
g) Aſtronomica quaedam, etc. Greaues 1652, p. 95.

Fuß a). Das Inſtrument hatte alſo 3 Fuß im Durchmeſſer, und entſprach unſern Quadranten von 18 Zoll Halbmeſſer. Nun korreſpondirt auf einem ſolchen Quadranten ein Grad mit einem Raume von drei und drei Viertel Linien und der Raum von 5′ ungefähr $\frac{1}{3}$ einer Linie, welcher noch bemerkt werden kann. Bei dieſem Grade der Genauigkeit bleibt Flamſtead ſtehn. H. de la Lande, der den Alten nicht ganz ſo günſtig iſt, aber ohne Zweifel um nicht Gefahr zu laufen von der Wahrheit abzuweichen, ſchränkt dieſe Genauigkeit auf 10′ ein. Wollte man alſo ſelbſt bei dieſer Vorausſetzung einen Fehler von 10′ Ueberſchuß und einen ähnlichen entgegengeſetzten Fehler bei den beiden Operationen, aus welchen man die Entfernung der Wendekreiſe ſchließt, annehmen, ſo müßte man dieſe Entfernung um 20′ vermindern und ſie auf 47° 22′$\frac{1}{2}$ reduciren. Die Beobachtung gäbe alſo die Schiefe der Ekliptik für das Jahrhundert des Eratoſthenes wenigſtens auf 23° 41′ 15″, und dieß wäre hinreichend die Verminderung dieſer Schiefe zu beweiſen.

§. 16.

Wir glauben indeß nicht daß der Fehler der Beobachtung 10′ betragen kann, denn 1) ſcheint die Beobachtung des Eratoſthenes die Gränzen des Fehlers zu geben, wenn ſie eine Ungewißheit von 5′ anzeigt. 2) ſcheint die von Ariſtarch angeſtellte Beobachtung der Elongation des Mondes im erſten und letzten Viertel eine ähnliche Ungewißheit vorauszuſetzen b). 3) befindet ſich die Beobachtung des Sonnendurchmeſſers von Archimedes ungefähr innerhalb derſelben Gränzen c). Endlich 4) bemerkt man, wenn man die von Ariſtyllus und Timochares d) angeſtllten Beobachtungen der Abweichung der Sterne betrachtet, daß dieſe Abweichungen in Graden und Theilen des Grades von 12, 15, 20, 24, 30, 45, 48 und 50′ ausgedrückt ſind. Wäre das Inſtrument in Drittel, Viertel oder Grade eingetheilt geweſen, ſo würde man uns die Brüche ſo erhalten haben, als das Inſtrument ſie gab, ſtatt daß dieſe Zahlen, die auſſer der Einheit keinen gemeinſchaftlichen Theiler haben uns glauben laſſen, daß das Inſtrument in Minuten, oder wenigſtens von 2 Minuten zu 2 Minuten eingetheilt war. Proklus, der ſeine Armillen wenigſtens eine halbe Elle im Durchmeſſer giebt, ſagt daß ſie in 360° und jeder Grad in 60′ eingetheilt waren e). Dieß ſetzt wenigſtens einen Halbmeſſer von ſieben bis acht Fuß voraus.

a) Hiſtor. coeleſt. in prolegomenis, p. 19.
b) Oben dieſes Abſchn. Erläut. §. 8. c) Oben §. 16.
d) Ptolem. Almag. Lib. VII, c. 3.
e) Hypotypoſis, c. 2, p. 383.

Eine andere Betrachtung beſtärkt uns in der Meinung, daß die alten Inſtrumente ſo groß, und vielleicht noch größer waren. Die beiden Inſtrumente, das eine von Hipparch erfunden, die Dioptra a), das andre von Ptolemäus das Triquetrum b), hatten vier Kubitus oder nach unſrer Schätzung des alexandriniſchen Kubitus c) etwa ſieben Fuß Halbmeſſer. Dieſe Inſtrumente waren nicht feſt, ſondern ſo eingerichtet, daß ſie von einem Orte zum andern bewegt werden konnten. Ueberdieß waren ſie auch von Privatleuten beſorgt worden und diejenigen, welche ſich in dem Muſeum befanden, die Armillen waren auf Koſten des Fürſten verfertigt worden, ſie konnten ohne alle Unbequemlichkeiten von einem großen Gewichte ſeyn, denn da ſie nach der Neigung der Sphäre befeſtigt waren, ſo hatten ſie, wie dieſe, keine andere Bewegung als um ihre Pole; dieſe Inſtrumente konnten alſo und mußten ſieben bis acht Fuß und mehr im Halbmeſſer haben.

Man hat noch einige Spuren von der Größe dieſer Inſtrumente. Auguſtinus Riccius ſagt, indem er die Gründe anführt, die Hipparch in Abſicht der Bewegung der Sterne in der Länge ungewiß machten, daß Timochares Beobachtungen mit Inſtrumenten angeſtellt wären, die ihrer Größe wegen ſehr bequem geweſen wären; inſtrumentum ob nimiam molis vaſtitatem, ineptum fuit d). In der lateiniſchen Ausgabe des Almageſts von 1541 lieſet man, quod ſimpliciter nimium obſeruationes captae fuerint. Hat Riccius den Text von Ptolemäus nicht recht verſtanden, oder dieſe Worte aus einer griechiſchen oder arabiſchen Ausgabe genommen, die richtiger war als die unſrigen? Wir können dieß nicht entſcheiden, indeß ſcheint Riccius überzeugt zu ſeyn, daß dieſe Inſtrumente eine anſehnliche Größe hatten, weil er glaubt, daß die Kreiſe der Armillen ſich biegen und die kreisförmige Geſtalt verlieren konnnten. Dieß würde bei Inſtrumenten von einer mittelmäßigen Größe nicht zu befürchten ſeyn. Man kann noch hinzufügen, daß Eratoſthenes bei der Meſſung der Erde ſich nicht des Brunnens zu Siene würde bedient haben, wenn dieſe Inſtrumente nicht ſchwer fortzubringen geweſen wären. Er würde ſie ſonſt haben transportiren laſſen, um auſſerhalb Alexandrien an einem zweiten Standpunkte zu beobachten.

Es ſcheint uns daher ausgemacht zu ſeyn, daß die Inſtrumente von Alexandrien von einer beträchtlichen Größe geweſen ſeyn müſſen, daß ſie von Minute zu Minute eingetheilt waren;

a) Unten 3 Abſchn. §. 21. b) 5. Abſchn. §. 6.
c) 4 Abſchn. §. 3.
d) Riccius, de motu octauae ſphaerae, p. 35.

daß aber ungeachtet dieſer Unterabtheilungen, die drei angeführten Beobachtungen von Ariſtarch, Eratoſthenes und Archimedes uns zu glauben bewegen, daß die Genauigkeit der alten Beobachtungen, wegen einer unendlichen Menge von Urſachen, die hier unnütz anzuführen wären, nicht 5′ übertroffen hat. Die Schätzung von Flamſtead iſt alſo ſehr genau. Es war richtig, über die Genauigkeit der Inſtrumente der Alten beſtimmte Begriffe zu geben.

Gewiſſe Beobachtungen ſcheinen eine größre Genauigkeit zu verrathen. Bekanntlich ſind die mit dem Gnomon beobachteten Sonnenhöhen, und ſogar die daraus hergeleitete Höhe des Aequators um den Sonnenhalbmeſſer zu groß, und folglich die Polhöhe, welche das Komplement davon iſt, um dieſe Größe zu klein. Nun war nach der Beobachtung von Hipparch die Polhöhe zu Alexandrien 30° 58′ a); addirt man den Halbmeſſer der Sonne von 15′ hinzu, ſo erhält man 31° 13′. Nach den neuern Beobachtungen findet man ſie zu 31° 11′ b); der Fehler beträgt alſo 2′. Wir glauben jedoch, daß nur die Gnomonen dieſe Genauigkeit gaben, denn die Armillen waren nicht ſo genau.

§. 17.

Wir haben den von Eratoſthenes gemeſſnen Grad zu 59442 Toiſen beſtimmt. Eratoſthenes hatte gefunden, daß die Entfernung am Himmel zwiſchen dem Scheitel von Siene und Alexandrien, den funfzigſten Theil oder 7° 12′ vom Umkreiſe und die Entfernung auf der Erde 5000 Stadien betrug. Daraus folgt, daß der Grad $694\frac{4}{9}$ Stadien hielt. Wir müſſen die Genauigkeit dieſer Beobachtung ſchätzen, und wir brauchen dazu bloß den Werth der von Eratoſthenes angewandten Stadie zu wiſſen. Die beiden am meiſten bekannten und angenommenen Stadien ſind die griechiſche Stadie von $94\frac{813}{1000}$ Toiſen und die ägyptiſche oder alexandriniſche Stadie von $114\frac{4}{10}$ Toiſen c). Nimmt man die kleinſte von dieſen Stadien, nämlich die griechiſche, ſo ergiebt ſich daraus ein Grad von 65796 Toiſen, beinahe um 9000 Toiſen zu groß; und da Eratoſthenes nicht bloß einen Grad beſtimmt hat, ſondern ſeine Meſſung 7° $\frac{1}{5}$ umfaßt, ſo müßte er einen Fehler von 64 bis 65000 Toiſen begangen haben. Rechnet man alſo auf die Meſſung auf der Erde einen Fehler von 7 bis 8000 Toiſen, ſo bliebe noch ein Fehler von einem Grade für die Meſſung des Himmelsbogens. Man kann dieß

a) Unten 3 Abſchn. §. 7.
b) Mem. l'Acad. des Sc. T. II. p. 142.
c) M. Freret, Academie des Inſcriptions, Tom. XXIV. M. le Roy, Ruines de la Grece, p. 95.

nicht vorausſetzen, weil wir gezeigt haben, daß die Genauigkeit der Inſtrumente ungefähr 5′ betrug. Des Eratoſthenes Stadie iſt eine von Strabo bei der Beſtimmung der Größe von Gallien angeführte Stadie. H. Caſſini ſchätzt ſie auf 85 Toiſen a); wir finden dieſe Stadie in Perſien wieder b). Wir glauben, daß ihr genauer Werth 85 Toiſen 3 Fuß 7 Zoll 2 Linien beträgt c). Dieſe Stadie iſt ohne Zweifel nicht aus Perſien nach Gallien gebracht ohne zuvor durch Aegypten gekommen zu ſeyn. Die königlichen von Alexander ausgeſchickten Feldmeſſer waren vielleicht Perſer; ſie bedienten ſich der Maße ihres Landes. Ueberdieß macht auch Herodot, wenn er die geographiſchen Dimenſionen einiger Theile von Aegypten angiebt, von dieſer Stadie Gebrauch. Dieß beweiſet offenbar, daß ſie ſelbſt vor Eratoſthenes und Alexanders Zeit nicht unbekannt war. Da man die Exiſtenz dieſer Stadie nicht beſtreiten kann, weil ſie in Aegypten bekannt geweſen iſt, ſo wäre es ungereimt und unbillig anzunehmen, daß es nicht die von Eratoſthenes ſeyn ſollte. Aus dieſer Stadie ergiebt ſich der Grad zu 59442 Toiſen.

Man hat gezweifelt, ob die Entfernung von Syene bis Alexandrien wirklich 5000 Stadien betrüge, allein ſie iſt ſo von mehrern Schriftſtellern angegeben worden; von Martianus Capella d), von Strabo, welcher ſagt, daß die Entfernung längs den Nil hinunter, 5300 Stadien betrüge e), Plinius verſichert, dieß ſei eine Entfernung von 570 Meilen f). Sind dieß römiſche Meilen, wie man eben nicht bezweifeln darf, ſo hielten ſie 756 Toiſen oder 754 Toiſen g). Die 570 Meilen ſind alſo ſo viel als 431120 oder 429980 Toiſen. 5000 Stadien, ſo wie wir ſie eben geſchätzt haben, machen 427998 Toiſen; der Unterſchied beträgt alſo nur 3122 oder ſelbſt 1982 Toiſen und beweiſet 1) daß die Erdmeſſung nicht ſchlecht war; 2) daß die dazu gebrauchten Stadien wirklich ſo waren, wie wir ſie angenommen haben.

§. 18.

Man kann von dieſer Beſtimmung keine große Genauigkeit erwarten. Das Verdienſt derſelben beſteht in ihrer Erfindung und Ausführung, und der Ruhm des Eratoſthenes gründet ſich darauf, daß die Neuern ſeine Methode angenommen haben, und nur durch die Fortſchritte der Künſte, die ihnen neue Mittel der Genauigkeit gaben, dem Ziele näher gekommen

a) M. le Roy Ibid. b) Mem. Acad. Sc. 1702, p. 19.
c) Unten Erläut. des 4 Abſchn. §. 6.
d) 6tes Buch p. 194. e) Strabo, Geog. Lib. 17.
f) Lib. II, c. 72. g) Sie betrug acht griechiſche Stadien.

ſind. Indeß irrte doch Eratoſthenes, indem er annahm daß Syene und Alexandrien unter einem Meridiane lägen. Die Entfernung ihrer Meridiane, dem Ptolemäus zufolge betrug ein und ein halb Grad. H. d'Anville hat mit ſeinem ihm eignen Scharfſinne beſtimmt, daß Syene von der alexandriniſchen Mittagslinie 1° 40' weſtlich läge a). Korrigirt man daher das Reſultat des Eratoſthenes, ſo findet man daß die Entfernung der beiden Städte auf dem Erdmeridiane gemeſſen nur 4889 Stadien betrug, und daraus ergiebt ſich der Umfang der Erde von 244450 und der Grad von $679\frac{1}{2}$ Stadien iſt 58122 Toiſen. Man behauptet daß Eratoſthenes noch einen andern Fehler begangen habe. Er hat ſich nämlich, wie man glaubt, eines Gnomons bedient, und nicht darauf geachtet, daß er, da der Schatten zu Syene null war, der Mittelpunkt der Sonne grade im Scheitelpunkte dieſer Stadt ſich befand, daß er hingegen zu Alexandrien als er daſelbſt die Länge des Schattens maß, und ohne Zweifel das Ende des ſtarken Schattens nahm, die Entfernung der Sonne vom Scheitel und die Entfernung der beiden Städte um die Größe des Sonnen-Halbmeſſers, alſo ungefähr um 15 bis 16 Minuten zu klein annahm. Wir können jedoch kaum glauben, daß Eratoſthenes, der Armillen beſaß, die Beobachtung nicht mit einem von dieſem Inſtrumente ſollte angeſtellt haben. Nach unſern neuern Beobachtungen liegt Alexandrien unter einer Breite von 31° 11', und wenn Syene wirklich unterm Wendekreiſe lag, der auf 23° 51' beſtimmt wird, ſo betrug die Entfernung dieſer beiden Städte in Abſicht der Breite 7° 20'. Eratoſthenes hätte ſich alſo nur ungefähr um 8' geirrt; und dieß übertrifft die Gränzen, die wir den Fehlern der alten Beobachtungen haben beilegen zu können geglaubt nur um 3'. Ueberdieß kann man ſehr gut der Entfernung des Mittelpunkts der Sonne von dem Scheitel zu Syene einige Minuten geben. Es war am Mittage des Sonnenſtillſtands in dieſer Stadt kein Schatten, allein dieß Phänomen kann ſtatt finden, wenn auch der Mittelpunkt der Sonne einige Minuten vom Scheitel entfernt iſt. Endlich beträgt der ganze Fehler des von Eratoſthenes gemeſſenen Grades nur 2400 Toiſen, und wenn man ſeine Rechnung verbeſſert und die 5000 Stadien der Entfernung Syenes von Alexandrien auf 4889 reduzirt, die ſie auf dem Meridiane beträgt, ferner die Entfernung am Himmel zu 7° 20' beſtimmt, ſo erhält man 666 Stadien auf den Grad, welche wegen der 83 Toiſen 3 Fuß 7 Zoll 2 Linien für jede Stadie, 57009 Toiſen betragen. Dieß iſt auf einen

a) Mem. Acad. Inſcript. T. XXIX. p. 250.

Unterſchied von 60 Toiſen nach, die Größe des Grades, wie wir ihn in Frankreich gefunden haben.

§. 19.

H. d'Anville glaubt, daß die Beobachtung von Eratoſthenes im Winter-Sonnenſtillſtände geprüft worden ſei, und daß ſich aus der Vergleichung der Schatten ergäbe, daß Syene um den funfzigſten Theil des Umfanges des Meridians von Alexandrien entfernt ſei a). Wäre jedoch, woran wir nicht zweifeln, die Beobachtung mit Armillen angeſtellt, ſo bedürfte ſie keiner Prüfung.

Wir müſſen bemerken b), daß nach Eratoſthenes Syene unter einer Breite von 24° lag; weil nun dieſer Ort 7° 12′ von Alexandrien entfernt war, ſo ſchließt man daraus, daß die Breite der letztern Stadt 31° 12′ iſt, eine Breite, die völlig mit der, die ſich aus den neuern Meſſungen ergiebt, übereinſtimmt. Eratoſthenes beſtimmt aber auch, wie wir bemerkt haben, die Schiefe der Ekliptik zu 23° 51′. Syene ſchien jedoch, ob es gleich eine Breite von 24° hatte, unterm Wendekreiſe zu liegen, und hatte im Sonnenſtillſtande keinen Schatten, wenn der Rand der Sonne über den Wendekreis des Krebſes hinausragte. Dieſe Erſcheinung hat alſo länger als 3 bis 4000 Jahre ſtatt finden können. Zur Zeit des Eratoſthenes ragte dieſer Rand noch 6 bis 7′ hervor. Aus dieſen Betrachtungen folgt, daß die beiden von Eratoſthenes angeſtellten Beobachtungen der Breite von Syene zu 24° und des Sonnen-Abſtandes vom Scheitel von Alexandrien in den Winter-Solſtitien zu 7° 12′, durch die Breite von Alexandrien welche Hipparchs Beobachtung zufolge 30° 58′ betrug und die, wie wir oben c) bemerkt haben, korrigirt und auf 31° 11′ beſtimmt werden muß, beſtätigt werden. Die Genauigkeit dieſer drei alten Beobachtungen iſt durch die Beobachtung des Chazelles bewieſen, der die Breite von Alexandrien zu 31° 11′ angiebt. Es iſt alſo in den beiden Beſtimmungen des Eratoſthenes von der Meſſung der Erde und der Schiefe der Ekliptik eine merkwürdige Uebereinſtimmung und die Reſultate unterſtützen wechſelſeitig einander.

§. 20.

Riccioli hat Unrecht, wenn er behauptet daß der Fehler, den Eratoſthenes bei der Meſſung des Himmelsbogens zwiſchen Syene und Alexandrien ſoll begangen haben, auf die Beſtimmung der Schiefe der Ekliptik Einfluß gehabt habe; dieſer

a) Mem. Acad. Inſc. T. XXVI. p. 94.
b) Strabo, Geog. Lib. II. Mem. Acad. Inſcr. T. XXV. p. 101.
c) Oben §. 16.

Fehler würde von der Größe des Sonnenhalbmeſſers ſeyn a). Riccioli nimmt an, daß Eratoſthenes die Breite von Alexandrien 31° 4′ beobachtet hatte; zieht man von dieſer 7° 12′ für die Entfernung Alexandriens von Syene ab, ſo erhält man 23° 52′ für die Breite dieſer letztern Stadt. Da ſie nun genau unter dem Wendekreiſe lag, ſo hatte Eratoſthenes daraus geſchloſſen, daß die Entfernung dieſes Kreiſes vom Aequator oder die Schiefe der Ekliptik dieſelbe Größe ſei. Allein Riccioli macht hier eine Menge gezwungener Vorausſetzungen. 1) Sagt er, daß Eratoſthenes ſich einer Scaphe oder einer Sonnenuhr mit einem Gnomon bedient habe, der, da er nur ſehr klein ſeyn konnte, keiner Genauigkeit fähig war. Kleomedes ſagt zwar b) gnomones horologium, welches ohne Zweifel die Sonnenuhr mit Gnomonen bedeutet; aber iſt es nicht möglich, daß Kleomedes, der 200 Jahre nach Eratoſthenes lebte, ſich in dieſem Umſtande irrte? Es leidet gar keinen Zweifel, daß ſich Eratoſthenes der Armillen bediente. 2) Iſt es ſehr ſonderbar, daß Riccioli die Entfernung von 7° 12′ als mit einem Gnomon beobachtet anſieht, worauf der Fehler des Sonnenhalbmeſſers Einfluß gehabt hat, und daß er zu gleicher Zeit die Breite von 30° 58′ als von dieſem Fehler ausgenommen betrachtet. Das heißt doch wohl die Dinge ſeinem Zwecke gemäß einrichten und die Beobachtungen nach den Reſultaten, die man erlangen will, wählen. Wir haben grade das Gegentheil geglaubt, daß die Breite von 30° 58′ durch einen Gnomon wäre beſtimmt worden, weil ſie von der von H. von Chazelle beobachteten um 13 abweicht, und dieſer Unterſchied, der beinahe dem Sonnenhalbmeſſer gleich iſt, ſcheint ſelbſt die Urſache des Fehlers anzuzeigen. 3) Iſt es nicht natürlich, daß Eratoſthenes mit der Unternehmung die Erde zu meſſen angefangen hat. Die Schiefe der Ekliptik iſt das erſte Element was er hat berichtigen müſſen. Vor ihm betrug ſie 24°. 4) Da er die Breite von Alexandrien zu beobachten verſtand, da er die Entfernung der Sonne vom Zenith im Sommerſtillſtandspunkte zu beſtimmen geſchickt war, ſo konnte er es auch leicht in dem Winterpunkte thun, um die Entfernung der Wendekreiſe zu beſtimmen. Die beiden Beobachtungen wären alsdenn um den Sonnen-Halbmeſſer unrichtig, und folglich ihr Unterſchied von dieſem Fehler frei geweſen, und das Reſultat würde genau ſeyn. 5) Hätte uns Eratoſthenes nach Ricciolis Vorausſetzung die Größe der Schiefe der Ekliptik und nicht die Entfernung der Wendekreiſe gegeben, ſo würde er geſagt

a) Riccioli, Almag. L. III, c. 27, p. 163.
b) De mundo, Lib. I, c. 10.

haben: ſie beträgt 23° und ſo viel Theile, ſtatt daß er uns ſagt, ſie iſt größer als 47° $\frac{2}{3}$ und kleiner als 47° $\frac{3}{4}$ ein Beweis, daß er die letztere Größe beſtimmt hatte. 6) Hipparch und Ptolemäus haben die Schiefe der Ekliptik genau ſo wie Eratoſthenes gefunden, dieſe hatten Armillen, und man darf daran nicht zweifeln, weil ſie im Almageſt beſchrieben ſind. Iſt die Beobachtung von Hipparch und Ptolemäus nicht um den halben Sonnendurchmeſſer unrichtig, ſo iſt auch die von Eratoſthenes von dieſem Fehler frei. Man kann alſo der einen ſowohl als der andern, nur den Fehler des Inſtruments zum Vorwurfe machen, den wir in den vorhergehenden Paragraphen geſchätzt haben. Wir haben dieſe Unterſuchung für nothwendig gehalten, weil es eine ſchuldige Pflicht des Geſchichtſchreibers der Aſtronomie iſt, die Kenntniſſe jedes Jahrhunderts ſo genau als er kann zu beſtimmen und zu gleicher Zeit den Grad des Zutrauens anzudeuten, den man ihnen bewilligen darf.

§. 21.

Wir haben geſagt, daß Konon das Haupthaar der Berenice an dem Himmel geſetzt habe. Dieſes Sternbild iſt auch wirklich jünger als Aratus, der nicht davon redet. Kallimachus hatte über dieſen Gegenſtand ein Gedicht gemacht, das Catull in lateiniſche Verſe überſetzt hat. Dieſe beiden Dichter ſagen, daß Konon zuerſt das Haupthaar der Berenice beobachtete a).

Omnia qui magni deſpexit lumina mundi,
Qui ſtellarum ortus comperit atque obitus.
Flammeus vt rapidi ſolis nitor obſcuretur,
Et cedant certis ſidera temporibus,
Idem me ille Conon coeleſti lumine vidit,
Et Bereniceo vertice Caeſariem b).

Doſitheus von Kolone in Attika lebte um das Jahr 200 vor Chriſti Geburt. Er gehörte mit unter die Zahl der Aſtronomen, welche ſich mit der Beobachtung des Aufgangs und Untergangs der Sterne beſchäftigten; dieß iſt alles was wir von ihm zu ſagen haben. Er wird von Geminus, Ptolemäus und Plinius angeführt c).

§. 22.

Wir haben dem Apollonius Pergäus die Erfindung der Epicykeln beigelegt, Theon glaubt jedoch, daß Plato

a) Achilles Tatius, c. 14. b) Catullus, Epigr. 67.
c) Geminus, c. 16. Ptolemaeus de Apparentiis Plinius Lib. XVIII, c. 31.

ſie gekannt habe. Dieſer Philoſoph ſpricht am Ende der Bücher ſeiner Republik von kleinen nach andern Kreiſen eingerichteten Kreiſen, was ziemlich dem Epicykeln gleicht. a) Theon fügt ſogar hinzu, daß Plato nicht glaubte, daß die Planeten von Sphären, ſondern bloß von Kreiſen getragen würden. Wenn der erſte Gedanke der Epicykeln nicht dem Apollonius gehört, ſo iſt er es doch, der die Verhältniſſe beſtimmte, und die Eigenſchaften derſelben bewieß; die Demonſtration iſt die zweite und vielleicht die wahre Erfindung.

Aus der Vorſtellung, die wir von den Epicykeln gegeben haben, ſieht man, daß wenn der Planet den untern Theil dieſes kleinen Kreiſes beſchreibt und dieſer Planet und der Mittelpunkt des Epicykels nach einerlei Richtung ſich bewegen, die Geſchwindigkeit bloß vermehrt wird, in dem obern Theile aber ſcheint die Geſchwindigkeit abzunehmen, weil der Planet und der Mittelpunkt des Epicykels ſich in entgegengeſetzter Richtung bewegen. Man begreift, daß es um alle Erſcheinungen des Stillſtehens und Rückwärtsgehens der fünf Planeten zu erklären, nur darauf ankömmt, zwiſchen dem Durchmeſſer des Epicykels und des fortleitenden Kreiſes, eben ſo auch zwiſchen der Geſchwindigkeit des Planeten im Epicykel und des Mittelpunkts dieſes Epicykels auf dem fortleitenden Kreiſe, ein gewiſſes Verhältniß anzunehmen. Apollonius bewies, daß ſich kein Rückwärtsgehen zeigen würde, wenn der Halbmeſſer des Epicykels in Verhältniß mit dem Halbmeſſer des fortleitenden Kreiſes nicht größer wäre als die Geſchwindigkeit des Mittelpunkts des Epicykels in Vergleich mit der Geſchwindigkeit des Planeten. Zum Beiſpiel; in der Bahn des Jupiters nicht nach dieſer alten Theorie der Halbmeſſer des Epicykels $\frac{1}{5}$ des Halbmeſſers des fortleitenden Kreiſes, hingegen die Geſchwindigkeit des Mittelpunkts des Epicykels nur $\frac{1}{12}$ von der Geſchwindigkeit des Planeten. Daraus folgt, daß in der Erdferne A des Epicykels, (Fig. 17) wo die Bewegung des Planeten A gegen D der Bewegung des Mittelpunkts C dieſes Epicykels entgegengeſetzt iſt, die in irgend einer Zeit beſchriebenen Winkel ACD von der Erde aus geſehen, faſt doppelt ſo groß ſind, als die von dem Mittelpunkte in derſelben Zeit beſchriebenen Winkel CTE, und der Planet rückgängig zu ſeyn ſcheinen wird. Gegen die Erdnähe werden dieſe Winkel faſt dreimal ſo groß ſeyn, als die Winkel CTE, da aber die Bewegung des Planeten a und des Mittelpunkts C nach einer Richtung geſchehen, ſo wird ſie immer rechtläufig ſeyn. Weil bei F und G in den mittlern Lagen die Winkel aCd ſchief geſehen, den Winkeln CTE gleich er-

a) Bouillaud, Aſtr. phil. in proleg. p. 20

Staats-Bibliothek Bamberg

ſcheinen können, ſo wird der Planet ſtationär d. h. ohne Bewegung ſeyn. Dieß iſt der Fundamentallehrſatz der ganzen Theorie von den Epicykeln.

Beträgt der Bogen AD zwölf Grade und der Bogen CE einen Grad, ſo wird der Bogen AD von der Erde T aus und in einer ſechsmal größern Entfernung geſehen als der Halbmeſſer des Epicykels, unter einem Winkel CTD von zwei Graden oder einem doppelt ſo großen Winkel als CTE erſcheinen. Bei a wird derſelbe Bogen von zwölf Graden in einer viermal größern Entfernung geſehen werden, als der Halbmeſſer des Epicykels beträgt und unter einem Winkel von drei Graden erſcheinen; der Planet wird alſo nach derſelben Richtung ſich bewegen, wie der Mittelpunkt des Epicykels und mit einer Geſchwindigkeit von zwei Graden vor demſelben vorausrücken.

Wir glauben, daß die Erfindung der Epicykeln oder wenigſtens die Methode ihre Verhältniſſe zu beſtimmen dem Apollonius gehört; denn wir finden in der alexandriniſchen Schule keinen Aſtronomen, dem man ſie beilegen könnte; ſie iſt älter als Hipparch und Ptolemäus Wir kennen Ariſtarch und Eratoſthenes Arbeiten hinlänglich, um zu glauben, daß wenn dieſe Erfindung ihnen gehörte, ihrer in ihren Werken oder im Strabo, Plinius und Plutarch die ſie ſo oft anführen, würde erwähnt worden ſeyn. Wir wiſſen alſo niemanden, dem ſie könnte zugeſchrieben werden als Apollonius und der ſo eben angeführte Lehrſatz iſt ein Grund es anzunehmen.

§. 23.

Wir haben geſagt, daß die Erfindung der Klepſydern ins höchſte Alterthum gehörte, und gezeigt, daß man ſich derſelben früher, als des eingetheilten Kreiſes, der ſelbſt ſehr alt iſt, bedient habe und daß ſie ſeit dem Anfange der Monarchie in China ſcheinen bekannt geweſen zu ſeyn. Die Fabel des Cynoscephalus beweiſet, daß man ſie in Aegypten ebenfalls ſchon in den fabelhaften Zeiten gekannt hat. Die Indier, welche keine neue Gebräuche haben, beſitzen einen kleinen an dem Boden durchbohrten Stab, welcher eine Art von Klepſyder iſt. Verlangt man Beweiſe anderer Art, ſo iſt es ausgemacht, daß Plato den Gebrauch derſelben in Griechenland und Scipio Naſica in Rom einführte a). Cäſar fand bei ſeinem Aufenthalte in England den Gebrauch der Klepſydern daſelbſt faſt allgemein verbreitet, und er beobachtete vermittelſt dieſer Inſtrumente, daß die Nächte unter dieſem Klima kürzer waren

a) Geſchichte der Sternk. des Alterth. 1 B. S. 283.

als in dem italiäniſchen a). Cteſebius kann alſo offenbar nicht der Erfinder dieſer Uhren ſein, und wenn man ihm davon die Ehre beilegt, ſo geſchieht dieß ohne Zweifel, weil er ſie vervollkommnet hat, indem er die Erfindungen der alexandriniſchen Mathematiker darauf anwandte.

§. 24.

Die ſinnreichen Maſchinen, welche wir beſchrieben haben, waren gewiß nicht gemein b). Vermuthlich gab es einfachere, welche die Zeit nur roh maßen, und zum beſondern und häuslichen Gebrauche dienten. H. Falconnet c) ſcheint zu glauben, daß dieſe Uhren zu Athen ſo gemein waren, daß Privatleute ſie bei ſich trugen. Er gründet ſich auf eine Stelle des Athenäus: er beſieht das, was er trägt ſo oft, daß man glauben ſollte, er trüge eine Uhr. Allein wir wundern uns nicht, daß ein ſo geſchickter Kritiker ſich darin irrte. Dieſe Stelle bedeutet das nicht, ſondern ſcheint einen ganz entgegengeſetzten Sinn zu haben. Es konnte nur Klepſydern zu Athen geben; und wie hätte man Waſſeruhren bei ſich führen können?

Batton, ein alter Komiker, der dreißig oder vierzig Jahre nach Ariſtoteles lebte, ſpricht von einer Uhr, die wie eine Flaſche getragen wurde d); allein offenbar konnten dieſe Klepſydern nicht dienen die Stunde anzuzeigen; ſie dienten ohne Zweifel, wie unſre Sanduhren, kleine Zeiträume zu meſſen. Eine Klepſyder, die größre Zeiträume zum Beiſpiel die Länge eines Tages meſſen ſollte, mußte auf einer Horizontalfläche in Ruhe ſeyn.

§. 25.

Dieß iſt alles, was das Alterthum uns an Kenntniſſen über die Klepſydern geben konnte. Man ſieht, daß ſie einen gewiſſen Grad von Vollkommenheit erreicht hatten. Man hat geglaubt, Ptolemäus hätte ſie verworfen; allein man muß bemerken, daß dieß bei einer beſondern Gelegenheit geſchah. Es kam darauf an den Sonnendurchmeſſer zu meſſen; und er ſagt, daß die alte Methode der Aegypter vermittelſt die Klepſydern nichts tauge e). Man darf daraus nicht ſchlieſſen, daß die Aſtronomen ſich derſelben niemals bedient hätten. Das Alterthum giebt uns freilich über dieſen Punkt keine Aufklärung; Ptolemäus ſpricht davon in ſeinem Almageſt nur an der ſo eben

a) Caeſaris Comment. de Bell. Gall. L. V. Cap. 13. Encyclopedie. art horloge.
b) Oben 2 Abſchn. §. 12 u. folg.
c) Mémoires de l'Acad. Inſcr. T. XX, p. 447.
d) Ibid. Tom. IV, p. 154 e) Almag. Lib. V, c. 14.

angeführten Stelle. Aber wenn er nicht will, daß man ſich derſelben bediene um die Zeit zu beſtimmen, die der Sonnendurchmeſſer gebraucht, ſich über den Horizont zu erheben, ſo rührt dieß daher, weil die Methode an und für ſich mangelhaft iſt a). Vielleicht hatten dieſe Uhren keine Abtheilungen, die klein genug waren, ſo kleine Zeiträume zu meſſen. Man kann jedoch aus der Methode von Hipparch den Unterſchied der Meridiane durch die Mondsfinſterniſſe zu beſtimmen, ſchlieſſen, daß die Alten ſich in der Aſtronomie der Klepſydern bedienten. Die Sonnenuhren können für dieſe Finſterniſſe nicht gebraucht werden, weil ſie nur des Nachts eintreten. Wie würden ſie den Unterſchied der Mittagslinien von 3 Stunden zwiſchen Arbela und Karthago b), und von 50 Minuten zwiſchen Babylon und Alexandrien beſtimmt haben, wenn die Aſtronomen dieſer beiden Städte keinen Gebrauch von den Klepſydern gemacht hätten. Wir glauben indeß, daß dieſer Gebrauch ſich allein hierauf beſchränkte. Sie zeigten die Stunde der Beobachtungen an; allein noch war die Zeit nicht gekommen, wo die gleichförmige Bewegung einer Uhr genau die tägliche Bewegung vorſtellen und die kleinern Theile des Aequators durch ihre Abtheilungen meſſen ſollte. Die alexandriniſchen Aſtronomen hatten jedoch eine andre Art die Stunde zu beſtimmen, nämlich durch den Punkt der Ekliptik oder des Aequators, der ſich in dem Augenblicke der Beobachtung im Meridian befindet. Ptolemäus erzählt, daß er den Ort des Saturns beobachtete als die Sonne in 28° 41′ und der letzte Grad des Widders ſich im Meridiane befand c). Dieſer Umſtand des Punktes der Ekliptik, der ſich im Meridian befindet, wird nur bemerkt, um die Zeit durch die Entfernung der Sonne von dieſem Kreiſe zu beſtimmen, wo ſie Mittag gezeigt hat. Man erkennt darin die Methode wieder, deren ſich Peurbach, Regiomontan und die erſten neuern Aſtronomen zur Zeitbeſtimmung bedient haben; eine Methode, die von Tycho vervollkommnet worden iſt d).

§. 26.

Joachim Heller gab im Jahre 1549 zu Nürnberg die Schrift von einem Juden über die Dauer der Reiche und über die Jahre und die Monate verſchiedner Völker heraus, worin man eine ſehr merkwürdige Abtheilung der Stunde in 1080 Theile findet e). Wir finden an einem andern Orte, daß

a) Geſch. der Sternk. des Alterth. 1 B. S. 211.
b) Ptolem. Geog. Lib. I, c. 4. c) Almag. Lib. XI, c. 6.
d) Neuere Aſtr. 2 Band 5 Abſchn. §. 15.
e) Man ſehe dieſe Schrift, c. 1.

man dieſe Eintheilung auch den Perſern und alten Arabern zuſchreibt. Man behauptet ferner a), daß die Alten zur Bequemlichkeit der Rechnung, die zwölf Theile des Tages mit irgend einer Zahl, mit 30, 60, 90 multiplicirten; der Tag hatte folglich, 360, 720 oder 1080 Theile. Man könnte glauben, daß der Gebrauch die Stunden in 1080 Theile einzutheilen, ſich auf dieß Verfahren gründe; allein alle Rechnungen, und Zahlen dieſes Juden ſind dieſer Eintheilung zufolge gegeben; und wenn auch die Völker, die man anführt, ſich auf gleiche Weiſe derſelben bedienten, kann wohl ein beſtändiger Gebrauch auf eine ſo willkührliche Multiplikation, wie die, wovon wir ſo eben geredet haben, gegründet ſeyn? Dieſer Jude iſt aus dem zwölften oder dreizehnten Jahrhunderte, und wir hatten geglaubt, daß die Araber dieſer Zeit, da ſie, wie wir, das Pendel hatten, eine auf die Schwingungen des Pendels gegründete Abtheilung der Stunde gehabt haben konnten. Da aber jeder dieſer 1080 Theile der Stunde $3''\frac{1}{2}$ beträgt, ſo war ein Pendel von 33 oder 34 Fuß dazu nöthig. Wir geſtehen, daß es nicht natürlich iſt ein ſolches Pendel anzunehmen; und da wir auf keine Weiſe dieſe Sonderbarkeit zu erklären im Stande ſind, ſo begnügen wir uns ſie angezeigt zu haben.

Wie es ſich aber auch mit allen dieſen Abtheilungen verhalten mag, wovon man nicht immer den Urſprung und das Datum angeben kann, ſo iſt doch ſo viel gewiß, daß man ſich in der alexandriniſchen Schule zum bürgerlichen Leben der vier und zwanzig ungleichen Stunden und zur aſtronomiſchen Rechnung der Abtheilung des Tages in 60 Minuten, jede in 60 Sekunden ꝛc. bediente c).

a) Scaliger, de emend. temp. Lib. I. Riccioli, Almag. T. I, p. 8.
b) Scaligers not. über Manilius p. 221.
c) Man ſehe das Almageſt.

Dritter Abſchnitt.

Von Hipparch und ſeinen Nachfolgern bis auf Ptolemäus.

§. 1.

Bis jetzt bietet uns die Geſchichte der Aſtronomie nichts als iſolirte Thatſachen, nichts als oft unvollkommene, größtentheils ohne Abſicht und Methode angeſtellte Beobachtungen dar. Noch haben wir nicht das Gemälde einer Wiſſenſchaft darſtellen können, die mit mehr oder minder ſchnellen Schritten fortrückt, und in der die Menſchen, ſo wie ſie auf einander folgen, den Faden derſelben Arbeiten wieder anknüpfen. Die Chaldäer hatten die Finſterniſſe, die verſchiednen Umlaufszeiten der Sonne, des Mondes und vielleicht der Planeten mit anhaltendem Eifer beobachtet. Die europäiſchen Griechen, welche jene nur unvollkommen nachahmten, nahmen aus dieſer Aſtronomie das, was ihnen zum Ackerbau nützlich war, und beſchäftigten ſich bloß mit dem Aufgange und Untergange der Sterne. Die alexandriniſchen Griechen, Ariſtyllus und Timochares ſcheinen die Sterne in Beziehung auf die Kreiſe der Sphäre betrachtet, und angefangen zu haben, durch gute Beobachtungen ihre Lage am Himmel zu beſtimmen; Ariſtarch und Eratoſthenes erfanden genaue Methoden, und ketteten einige Wahrheiten aneinander. Allein die Wiſſenſchaft, wovon ſie einigermaßen eine Vorſtellung gaben, war weder bekannt, noch entwickelt. Es gehörte dazu ein Mann, der Kopf und Tiefblick genug hatte, ſie unter einer allgemeinen und metaphyſiſchen Idee zu faſſen, ſich einen Plan zu bilden, nach denſelben die ſchon entdeckten und bewieſenen Wahrheiten zu ordnen, die leeren Zwiſchenräume anzuzeigen, und dadurch Mittel anzugeben, dieſe Wahrheiten mit einander zu verbinden. Dieſer Mann erſchien endlich in der alexandriniſchen Schule, und dieß war Hipparch.

§. 2.

Vor Hipparch war die Aſtronomie von niemanden ganz umfaßt worden. Er überblickte den ganzen Umfang des Feldes, das er zu bearbeiten hatte, ohne zurückzuſchrecken; er fing das Werk an, und zeichnete ſeinen Nachfolgern den Weg vor. Er würde der Stifter der wahren Aſtronomie ſeyn, wenn dieſe Wiſſenſchaft nicht, gleich einem Fluſſe, der, weil er ſich in der Erde verliert, um an einem entfernten Orte wieder hervorzubrechen, verſchiedene Quellen zu haben ſcheint, verloren gegangen und wieder gefunden wäre. Allein dieß ſchadet Hipparchs Ruhme auf keine Weiſe; wenigſtens iſt er der Wiederherſteller der Aſtronomie, und für uns ſogar der Erfinder derſelben. Und wenn auch in Beziehung auf das Menſchengeſchlecht, als ein immer beſtehendes Individuum betrachtet, die Wahrheiten, die er lehrte, nicht neu, ſondern nur eine lange Reihe von Jahrhunderten in der Vergeſſenheit vergraben waren; ſo waren ſie doch für die Menſcheit verloren. Er entwickelte ſie aus ſeinem Genie, um ſie aufs neue ins Daſein zu rufen.

§. 3.

Der Geiſt der Kombination und des Vergleichens iſt der Beförderer der Entdeckungen. Dieſer war vorzüglich den Griechen zu Theil geworden; auch Hipparch wurde mit ihm begabt, als er unter den günſtigen Himmel Griechenlands geboren wurde. Allein es müſſen Thatſachen daſeyn, worauf ſich die Konjekturen gründen und Mittel, dieſe Konjekturen, welche Erfindungen werden ſollen, durch gute Beobachtungen zu beſtätigen. Die Ptolemäer hatten dieſe Erforderniſſe in Alexandrien vereinigt. Thatſachen waren die chaldäiſchen Beobachtungen, und diejenigen, welche die erſtern griechiſchen Aſtronomen hinterlaſſen hatten: Mittel die großen Inſtrumente, welche dieſe Fürſten hatten verfertigen laſſen. Die ſchnellen Fortſchritte der Aſtronomie in den drei Jahrhunderten, worin Hipparch und Ptolemäus erſchienen, haben wir dieſen Inſtrumen-

ten zu verdanken. Man läßt dieſen koſtbaren Erfindungen nicht Gerechtigkeit genug widerfahren; man ſchätzt ihre Erfinder nicht, wie ſie es verdienen, und doch ſind ſie es, welche Revolutionen in den Wiſſenſchaften hervorbringen, und ihr Fortſchreiten befördern. Wenn die Wiſſenſchaften oft einen langſamen Gang gehen, wenn ſie ſtill zu ſtehen ſcheinen, ſo erwarten ſie neue Mittel, ihren Lauf zu beſchleunigen, oder wieder anzufangen. Der Menſch hat das Ziel ſeiner Macht erreicht, ſeine Organe lehren ihn nichts mehr, ſein Kunſtfleiß muß ihn Inſtrumente erfinden und neue Organe ſchaffen. Alsdann entdeckt ſich ein ungeheures Reich: der Menſch erlangt zugleich die Kenntniß dieſes Reichs und die Macht, es zu erobern. Man verfahre um die Welt aufzuklären, wie ſo viele barbariſche Menſchen, um ſie zu verwüſten, gethan haben. Denkt man auf Krieg, ſo ſchaffe man die Mittel dazu, Geld und Soldaten an; ſtehen die Wiſſenſchaften ſtill, und will man ihre Gränzen erweitern, ſo unterſuche man die Inſtrumente, vervollkommne, erfinde, und man wird dem Genie Flügel geben.

§. 4.

Hipparch wurde zu Nicea in Bithynien geboren, und lebte zwiſchen 160 und 125 Jahre vor unſrer Zeitrechnung a). Er fing ſeine Arbeiten in ſeinem Vaterlande an, darauf ging er nach Rhodus und endlich nach Alexandrien. Seine erſten Beobachtungen bezogen ſich, nach der allgemeinen Gewohnheit in Griechenland b), auf den Aufgang und Untergang der Sterne. Unſtreitig hat er zu Rhodus ſeinen Kommentar über den Aratus geſchrieben. Er hatte das Werk dieſes Dichters ſowohl, als auch die Bücher des Eudoxus vor Augen. Er verglich beide mit einander, bezog dieſe verſchiedenen Beſchreibungen auf den Himmel, und glaubte darin

a) Man ſehe ſeine Beobachtungen im Almageſt des Ptolemäus im 3ten B. 1ſten Kap. und 5 B. 3 K.
b) Erläut. 2 B. 1

beträchtliche Fehler zu entdecken. Der Himmel hatte ſich nämlich, durch die Bewegung der Sterne in der Länge, welche Hipparch damals nicht kannte, merklich geändert. Er hielt es für wichtig die Fehler des Aratus, wegen des großen Anſehens dieſes Gedichts, zu bemerken. Er zeigte, daß der Dichter, der dem Aſtronomen Schritt vor Schritt folgte, dieſelben Fehler gemacht hatte. Dieſe Fehler waren um ſo merklicher, da die in dieſem Werke beſchriebene Sphäre, wie wir ſchon erwähnt haben, ſelbſt nicht einmal mehr zur Zeit des Eudoxus exiſtirte a); und auch auf ein weit früheres Jahrhundert muß bezogen werden. Allein er kannte nicht eher die wahre Aſtronomie, bemerkte nicht eher die Laufbahn, die ſich ihm eröffnete, als bis er nach Alexandrien auf ein prächtiges Obſervatorium verſetzt wurde, und ſeinem Genie angemeſſene Mittel in die Hände bekam.

§. 5.

Hipparch unterwarf, wie Descartes, alle angenommne Ideen einer Prüfung. Nur Beobachtungen ließ er gelten, und verwarf alle alte Beſtimmungen als in Zeiten hervorgebracht, wo die Mittel unzulänglich, und der Verſtand zu wenig aufgeklärt war. Machen die Kenntniſſe ein verworrnes Gemiſch von Irrthümern und Wahrheiten aus, und ſind ſie durch eine mehrere Jahrhunderte hindurch herrſchende Unwiſſenheit aufs engſte in einander verwebt; ſo iſt ihre Trennung ſchwer. Das Alterthum beweiſet nichts Die Achtung und der Beifall mehrerer Zeitalter ſind bloße Vorurtheile. Ein Weiſer muß zweifeln, und will er eine Meinung annehmen, ſo führt ihn der Zweifel zur Unterſuchung. Deskartes und Hipparch ſcheinen in einer ähnlichen Lage geweſen zu ſeyn. Ariſtoteles herrſchte in den Schulen; Europa nahm ſeine Philoſophie an, ohne ſie weder beurtheilen noch verſte-

a) Geſchichte der Sternk. des Alterth. 1 B. 9 Abſchn. §. 9. u. 2 B. 9 Abſchn. §. 37.

hen zu können. Descartes hörte nicht auf die Scholaſtiker, die nur die Vernunft des Ariſtoteles hatten und wog die Meinungen ihres Meiſters auf der Wage der allgemeinen Vernunft ab. Hipparch fand in Alexandrien die chaldäiſchen Meinungen und Beſtimmungen, und ſein Scharfſinn entdeckte keine zureichende Beweiſe dafür. Wäre die berühmte Periode von ſechshundert Jahren, die Meinung von der Rückkehr der Kometen, von der unendlichen Entfernung der Sterne, und die Meſſung des Umfangs der Erde, wie heut zu Tage, auf Beobachtungen gegründet geweſen; ſo würde er die Reſultate nach ihren Beweiſen beurtheilt haben; er würde ſie nach ihrem Werth geſchätzt, er würde nicht gezweifelt und es nicht unternommen haben, alles aufs neue zu gründen und wieder anzufangen. Dieſe großen Reſultate wurden ihm nur als ſehr alte, aber ſchwankende, ungewiſſe und unbewieſene Meinungen dargeboten. Er ſahe, daß die berühmten Chaldäer nur rohe Beobachtungen angeſtellt hatten, die denen, von Ariſtyllus, Timochares, Ariſtarch und Eratoſthenes und vorzüglich denen, die er auf dem Obſervatorium, das er in Beſitz hatte, anzuſtellen ſich vornahm, weit nachſtanden. Das Mißtrauen dieſes großen Aſtronomen beweiſet, daß er von den babyloniſchen Völkern dieſelbe Meinung hatte, welche wir in dieſem Werke aufgeſtellt haben. Er hat ſie als unwiſſende Schüler angeſehen, die ihre Lektion nicht verſtanden, und er behandelt ſie, wie Descartes nachher die Scholaſtiker behandelte.

§. 6.

Hipparch der ſich nur auf ſich und ſeine künftigen Arbeiten verließ, unterſuchte die Methoden, die damals in der Aſtronomie im Gebrauch waren. Er ſah, daß die Beobachtungen des Aufgangs und Untergangs der Sterne nur eine unvollkommne und wenig genaue Kenntniß von der Bewegung der Sonne in der Ekliptik verſchaffen. Er überließ ſie denen, die ſich mit der natürlichen

Aſtrologie beſchäftigten. Man hatte aus den Finſterniſſen noch nicht diejenigen Vortheile gezogen, die man daraus ziehen konnte, weil die Umſtände davon noch nicht unterſucht waren. Der Ort der Sterne war in den Sternbildern, worein der Himmel eingetheilt war, nicht mit hinlänglicher Genauigkeit angegeben; und die Beſchreibungen des Eudoxus ſchienen ſich ſehr von der Wahrheit zu entfernen. Die Beobachtung des Sichtbarwerdens der Planeten, oder der Zeit, wo ſie des Morgens aus den Sonnenſtrahlen hervorſteigen, die mit den Beobachtungen des Aufgangs der Sterne Aehnlichkeit haben, waren eben ſo der Ungewißheit von einem oder mehrern Tagen unterworfen. Die Stillſtands- und Rückgangspunckte waren nicht minder ſchwer zu beſtimmen. Er ſah ein, daß man andre Methoden wählen müſſe, um genaue und ſichere Beſtimmungen zu geben, die den kommenden Jahrhunderten zur Epoche dienen könnten. Er richtete ſeine Aufmerkſamkeit auf die Himmelskugel, er ſah darauf die beiden Pole, die er damals als unbeweglich betrachtete, die Kreiſe des Aequators und der Ekliptik, welche beide als eine Reihe von feſten Punkten angeſehen werden können. Er entwarf das Projekt, die Lage aller Sterne auf dieſe beweglichen Kreiſe und auf ihre Pole zu beziehen. Dadurch konnte er, indem er einmal die Lage der Fixſterne beobachtete, ſich von allem, was beſtändiges und bleibendes am Himmel war, überzeugen, und durch wiederholte Beobachtungen der Irrſterne oder Planeten mit der Zeit die Geſetze und Erſcheinungen ihrer Bewegungen kennen lernen. Man findet auch in dem Alterthum einige Beiſpiele von Beobachtungen dieſer Art. Eudoxus hat in der Beſchreibung des Himmels die Sterne in Beziehung auf die Koluren und den Aequator betrachtet: allein dieſer allgemeine Geſichtspunkt, dieſe abſichtlich beſtändig befolgte Methode gehört dem Hipparch. Er gab nicht ſogleich den alten Gebrauch, die Sterne auf den Aequator zu beziehen, auf: aber die Planeten, welche in dem ſchmalen Streifen des

Thierkreiſes fortgehen und beinahe der Ekliptik folgen, glaubte er, auf dieſen Kreis beziehen zu müſſen.

§. 7.

Er fing damit an, die von Eratoſthenes beobachtete Schiefe der Ekliptik zu prüfen. Er fand dieſe Beſtimmung richtig und behielt ſie bei. Auch wurde ſie nachher von Ptolemäus beſtätigt a). Dieß Reſultat iſt alſo auf drei Beobachtungen gegründet, und durch drei berühmte Aſtronomen bewährt gefunden worden. Er beſtimmte die Breite von Alexandrien oder ihre Entfernung vom Aequator zu 30° 58 b). Dieſe Beobachtung wurde ohne Zweifel vermittelſt eines Gnomons angeſtellt, und ſie kann die nöthigen Korrektionen damit vorgenommen, für genau gelten c). Aber die erſte intereſſante Unterſuchung, womit er ſich beſchäftigen mußte, iſt die Länge des Jahrs. Dieß iſt das Fundamentalmaß der Zeit und die Baſis der Chronologie. Hipparch glaubte die direkteſte Methode, die Umlaufszeit der Sonne zu entdecken, ſei die, daß man die Zwiſchenzeit ihrer Rückkehr zu derſelben Sonnenſtands- und Aequinoktialpunkten beobachte; Punkte, welche in dem Sonnenwege ſelbſt liegen, und denſelben abtheilen. Wahrſcheinlich führte ihn die von Euktemon, Ariſtarch und Archimedes beobachteten Sonnenſtandspunkte, auf dieſe Methode. Er ſah zugleich ein, daß, wenn er ſich bei dieſer Unterſuchung zweier, um eine große Anzahl dieſer Umläufe entfernter, Beobachtungen bediente, der Fehler auf eine jede dieſer Umläufe vertheilt und die Beſtimmung um ſo genauer ſein würde, je größer die Anzahl derſelben wäre. Er iſt alſo der Erfinder der vortrefflichen Methode, die man noch jetzt befolgt, und welche die Neuern auf die Unterſuchung aller mittlern Umlaufszeiten angewandt haben.

Hipparch verglich die Sonnenſtandspunkte, die er ſelbſt beobachtete, mit denen, die ſchon vor ihm

a) Ptolemei Almag. Libro primo, cap. 11.
b) Ibid. Lib. V, c. 12. et 13. c) Erläut. 1 B. §. 16.

beobachtet waren. Aber es iſt merkwürdig, daß der von Euktemon beobachtete die älteſte von denen iſt, deren er ſich bei dieſer Unterſuchung bediente. Hipparch und Ptolemäus würden zu babyloniſchen Beobachtungen ihre Zuflucht genommen haben, wenn die weit ältern Chaldäer dergleichen angeſtellt hätten. Unſtreitig fand Hipparch keine. Die Indianer kannten indeß die Umlaufszeit der Sonne ſehr gut. Die Chaldäer behielten ein Sternjahr bei. Dieſe Jahre, welche bei den verſchiednen aſiatiſchen Völkern eingeführt waren, hatten eine Genauigkeit, die nur auf gute Beobachtungen gegründet ſeyn kann. Unſtreitig waren dieſe Beobachtungen zu Hipparchs Zeiten verſchwunden; und weil man ihren Verluſt nicht beklagt, ſo müſſen ſie vergeſſen worden ſeyn. Aber wenn auch die Vergeſſenheit mit ihrem Schleier die längſt vergangnen Dinge bedeckt, ſo gründet ſich doch ihre Herrſchaft nur langſam; ſie verhüllt, wie die Zeit zerſtört, unmerklich. Man urtheile, wie viele Jahrhunderte zu dieſen beiden großen Uebergängen aus dem Daſeyn in die Zerſtöhrung, und aus der Zerſtöhrung in die Vergeſſenheit gehörten. Die Reſultate ſind geblieben, aber ohne das Andenken an die Zeit, an die Beobachtung und an die Menſchen. Unſtreitig muß alſo eine große Lücke da geweſen ſeyn, damit die Zeit die Beſchreibung und die Beweiſe davon verſchlungen hat; und ſo wie der Schatten nichts iſt, als die Abweſenheit des Lichts, ſo wie der Schatten nur durch vorhergehendes und nachfolgendes Licht merklich wird, eben ſo hat vor dieſer Lücke, auf welche eine Erneuerung der Aſtronomie folgte, eine zerſtörte Aſtronomie vorhergehen müſſen. Wir treffen alſo einzeln und nach und nach alle Wahrſcheinlichkeiten an, die uns auf die Meinung von einem alten, jetzt unbekannten Volke, das aber ehemals im Beſitz einer vervollkommneten Wiſſenſchaft war, führen.

§. 8.

Hipparch wählte die Beobachtung des Sonnenſtillſtands, die Ariſtarch im 50ſten Jahre der kalip-

piſchen Periode angeſtellt hatte, er verglich ſie mit ſeiner eignen im 43ſten Jahre der dritten dieſer Perioden, und fand, daß nach einer Zwiſchenzeit von 145 Jahren der Sonnenſtillſtand einen halben Tag früher eingetreten war, als hätte geſchehen ſollen, wenn das Jahr genau $365\frac{1}{4}$ Tage lang geweſen wäre, wie die Griechen von ihm geglaubt hatten. Daraus ſchloß er, daß die wahre Jahrslänge ungefähr den 300ſten Theil eines Tages kürzer ſei; und ihm zu Folge hielt alſo das Jahr 365 T. 5 St. 55′ 12″. Das chaldäiſche Sternenjahr, ſo wie wir es aus der Periode von 600 Jahren hergeleitet haben, iſt weit genauer, als dieß. Hipparch ſchob alſo dieſen ältern Beſtimmungen weniger genaue unter; weil ihm dieſe ältern ohne Beweiß und ohne irgend ein Mittel ihre Genauigkeit zu beſtätigen, waren vorgelegt worden. Hipparch bürgte für die ſeinigen, und wollte nur das annehmen, was er prüfen konnte. Die erſte Pflicht eines Aſtronomen, iſt die Genauigkeit ſeiner Reſultate zu ſchätzen, und den Grad von Zutrauen zu beſtimmen, denen man ihnen bewilligen kann.

§. 9.

Wir glauben indeß nicht, daß Hipparch von dieſer Länge des Jahrs überzeugt war. Nahm er ſie an: ſo that er es aus Irrthum, weil er darin einige Uebereinſtimmung mit dem chaldäiſchen Sternenjahre zu finden glaubte a). Er mußte in das Reſultat ein Mistrauen ſetzen, weil die Beobachtungen ſelbſt ihn nicht befriedigten. Er bemerkte, daß die Beobachtung der Sonnenſtandspunkte keiner Genauigkeit fähig war. Die Sonne behält in den Solſtitien mehrere Tage hindurch für unſre Inſtrumente dieſelbe Höhe. Man brachte alſo mehrere Tage hin, ohne die Ekliptik der Armillen zu erhöhen, und die Ungewißheit des Augenblicks des Sonnenſtands erſtreckte ſich folglich über dieſe ganze Zeit. Die Bewegung der Sonne in der Ekliptik geſchieht alsdann beinahe parallel mit dem Aequator.

a) Erläut. §. 3.

Hipparch zog daher die Beobachtung der Nachtgleichen vor, in welchen die Sonne ſich ſchief durch den Aequator bewegt, und ihn ſchnell genug durchläuft, um die Veränderung ihrer Höhe von einem Tage zum andern merklich zu machen. Man konnte alſo mit mehrerer Genauigkeit den Augenblick angeben, wo dieß Geſtirn ſich in dem Kreiſe der Armillen befand, die den Aequator vorſtellen. Hipparch arbeitete für die Nachwelt; denn er konnte nicht hoffen, aus dieſer neuen Art von Beobachtungen ſelbſt Reſultate zu ziehen. Es mußten mehrere Jahrhunderte verfließen, um die Länge des Jahrs aus hinlänglich von einander entfernten Beobachtungen herleiten zu können.

§. 10.

Hipparch bemerkte leicht, durch fortgeſetzte Beobachtungen der Sonnenſtands- und Nachtgleiche-Punkte, daß dieſe Punkte das Jahr nicht in vier gleiche Theile theilten. Die Zwiſchenzeit zwiſchen der Frühlings- und Herbſtnachtgleiche beträgt 186 Tage, alſo ungefähr ſieben Tage mehr, als die Zeit zwiſchen der Herbſt- und Frühlinsnachtgleiche, oder mit andern Worten, die Sonne bleibt ungefähr ſieben Tage länger in dem nördlichen Theile der Ekliptik, als in dem ſüdlichen. Die Bewegung der Sonne war alſo nicht immer gleich. Allein, weil die Alten das Princip der Gleichförmigkeit in einem Kreiſe hatten, ſo ſtellte ſich Hipparch ohne Zweifel dieſe Ungleichheit der Sonne, eben ſo, wie Apollonius das Stillſtehen und Rückwärtsgehen der Planeten, durch einen Epicykel vor. Man begreift nämlich, daß wenn ſich der Mittelpunkt dieſes Epicykels in einem andern Kreiſe gleichförmig um die Erde bewegt, unterdeß die Sonne gleichförmig die Peripherie des Epicykels durchläuft, dieß Geſtirn bald mehr, bald weniger, fortgerückt zu ſeyn ſcheinen wird, als der Mittelpunkt des Epicykels a). Dieß Mehr oder Weniger zu der Gleichförmigkeit hinzugefügt,

a) Erläut §. 6.

mußte die ſcheinbare Bewegung der Sonne, von der Erde aus geſehen, nothwendig ungleich machen.

§. 11.

Hipparchs Genie war fruchtbar genug, eine zweite Hypotheſe zu erfinden, die auf gleiche Weiſe den Erſcheinungen der Ungleichheit der Sonne entſprach. Vielleicht hatte er auch Scharfblick genug, zu bemerken, daß die Hypotheſe eines excentriſchen Kreiſes natürlicher ſei. Das Princip der Gleichförmigkeit wird dabei in ſeiner ganzen Reinheit erhalten, und die Ungleichheit kömmt bloß daher, weil die Erde nicht im Mittelpunkte liegt. Es verändern ſich folglich ihre Entfernungen vor der Sonne. Iſt die Sonne weiter entfernt, ſo ſcheint ſie ſich langſamer zu bewegen; iſt ſie näher, ſo ſcheint ihre Bewegung geſchwinder zu ſeyn a). Die Entfernung der Erde vom Mittelpunkte des von der Sonne beſchriebnen Kreiſes wird die Excentricität genannt.

Die Erfindung dieſer Excentricität iſt eine ſehr glückliche Erfindung und verdient unſer ganzes Lob. Sie gereicht dem Hipparch um ſo mehr zur Ehre, da ſie die Baſis unſerer neuern Theorien geworden iſt, und man in unſern Tagen bewieſen hat, daß ſie wirklich in der Natur ſtatt findet.

§. 12.

Dieſe Ungleichheit der Bewegung der Sonne iſt bald größer, bald kleiner, bald muß ſie hinzu addirt, bald abgezogen werden. Es war der Geometrie und der Arithmetik leicht, ihre Größe in Beziehung auf verſchiedne Punkte des Sonnenweges zu beſtimmen, und Hipparch befand ſich im Stande Tabellen von der Bewegung der Sonne zu berechnen. Dieſe Tabellen beſtehen aus zwei Theilen; der erſte enthält eine gleiche, einförmige und der Zeit proportionirte Bewegung. Die Sonne durchläuft die 360 Grade der Ekliptik in $365\frac{1}{4}$ Tage. Dieß beträgt etwas weniger, als jeden Tag einen Grad. Man

a) Ebendaſ.

erhält alſo, wenn man dieſe Größe nach der Zahl der Tage wiederholt, die Räume, welche die Sonne in einem oder mehrern Monaten, in mehrern Jahren oder überhaupt in jeder beſtimmten Zeit gleichförmig durchläuft. Dieſe Räume zu einem Stande der Sonne, der durch Beobachtung in einer gewiſſen Zeit, in einem vergangenen Augenblicke, den man die Epoche nennt, bekannt iſt, hinzuaddirt, geben den mittlern Ort, oder die mittlere Länge der Sonne. Der zweite Theil der Tabellen zeigt die Ungleichheiten, die ſich mit dem Jahre endigen und wieder erneuern. Sie ſind in dieſer Tabelle nach der Ordnung der Punkte der Sonnenbahn zu der ſie gehören, geordnet. Man darf nur dieſe Ungleichheiten zu der in der erſten Tabelle gefundnen mittlern Bewegung hinzu addiren, ſo erhält man den wahren Ort der Sonne in der Ekliptik. Man muß auf dieſe ſo eben gegebne Erklärung um ſo mehr Aufmerkſamkeit wenden, weil dieſe Form allgemein iſt. Die Tabellen aller Planeten und die neuern Tabellen, deren wir uns jetzt bedienen, ſind nach dieſem Muſter eingerichtet. Die Sonnentafeln ſind die erſten geweſen, weil die Sonne derjenige Weltkörper iſt, worauf man alle übrigen bezieht. Ihre Bewegung iſt der Maßſtab aller Bewegung. Man ſieht den Grund davon leicht ein. Die durchlaufnen Räume ſind, wie wir ſchon bemerkt haben, nur durch die Zeit bekannt. Die Sonne iſt die Richtſchnur der Zeit; vor allen muß man alſo ihre Bewegung kennen, damit man ſie zum Maßſtabe und Muſter aller übrigen gebrauchen kann.

§. 13.

Hipparch ſah ein, daß die unvermeidlichen Fehler in der Beſtimmung der Dauer des Jahrs mit der Zahl der Revolutionen und mit der Zeit wachſen mußten. Auch ſcheint er die Genauigkeit ſeiner Tabellen auf 600 Jahre eingeſchränkt zu haben a). Indeß bleibt es doch immer eine bewundernswürdige Unternehmung, und der

a) Erläut. §. 2.

Erfolg ſo lange vorhergeſagter Erſcheinungen iſt in der That etwas auſſerordentliches. Der erſte, der dem Volke ſagte, das Geſtirn, das ihr heute in dieſem Punkte des Himmels ſeht, wird morgen in jenem Punkte ſeyn, mußte nothwendig für wahnſinnig gehalten werden: aber er galt für mehr als einen Weiſen, als das Geſtirn wirklich den ihm von dem Aſtronomen angewieſenen Platz einnahm. Der Menſch ſcheint alsdann von einem Strahle höherer Einſicht erleuchtet zu ſeyn. Gott hat die Erſcheinungen aller Zeiten vor ſich; er ſieht die Geſtirne, wo ſie geweſen ſind, wo ſie ſind, und wo ſie ſeyn werden. Eben ſo, nur mit der Unvollkommenheit, die der menſchlichen Natur eigen iſt, ſtellt ſich die Ordnung der Dinge nach dem Willen des Aſtronomen wieder her. Er kömmt nach Gefallen gleichſam dem Lauf der Zeit zuvor um die Ordnung künftiger Erſcheinungen vorher zu ſagen. Dieß zum Erſtaunen glückliche Eintreffen aſtronomiſcher Begebenheiten iſt die Quelle der aſtrologiſchen Verirrungen. Es ſcheint eben ſo leicht zu ſeyn, die Begebenheiten der Erde als des Himmels vorherzuſagen. Der Charlataniß-mus eine Art von Heuchelei ſucht immer nur mit Kenntniſſen und mit Verdienſten, die er nicht beſitzt, zu glänzen. Zu allen Zeiten haben Schurken das Verdienſt der Weiſen zu ihren Vortheil benutzt, die ſich nur vervollkommnen um die Menſchen aufzuklären, dahingegen jene bloß nachahmen um ſie zu betrügen.

§. 14.

Die Ungleichheit des Laufs der Sonne führte Hipparch auf eine wichtige Entdeckung, auf die Ungleichheit der Tage a); denn die eine entſpringt aus der andern. Ein künſtlicher Tag von vier und zwanzig Stunden iſt der Zeitraum zwiſchen einem Mittage oder dem Durchgange der Sonne durch den Meridian, bis zum folgenden Mittage. Aber in dieſer Zeit iſt die Sonne durch ihre eigne Bewegung um einen Grad gegen

a) Erläut. B. II. §. 7.

Morgen gerückt, ſo daß während der Dauer eines Tages die 360 Grade der Ekliptik und überdieß noch der Grad, um welchen die Sonne vorgerückt iſt, durch den Meridian gehen. Es würde in dieſer Hinſicht keine Ungleichheit Statt finden, wenn die Bewegung der Sonne immer dieſelbe wäre; aber ſie wechſelt von 57′ bis 61′ ab, und dieſe vier Minuten Unterſchied machen die Tage ungleich. Dieß iſt noch nicht alles: die Tageszeit wird nach der täglichen Revolution um die Pole des Aequators gerechnet. Nun bewegt ſich die Sonne in der Ekliptik: aus der Neigung dieſer beiden Kreiſe gegen einander folgt alſo, daß zu gleichen Theilen auf der Ekliptik ungleiche Theile des Aequators gehören. Rückte die Sonne alle Tage gleichförmig um einen Grad vor, ſo würde dieſer Grad bald größere, bald kleinere Theile auf dem Aequator korreſpondiren. Daraus entſpringt eine neue Verſchiedenheit in der Länge der Tage. Durch die Häufungen dieſer Ungleichheiten entſteht das, was wir die Zeitgleichung nennen, nämlich der Unterſchied der wahren und mittlern Zeit, oder der durch die Sonne bezeichneten Zeit, und der Zeit welche eine gute Uhr zeigt, deren Gang beſtändig gleichförmig iſt.

§. 15.

Hipparch irrte ſehr in Abſicht der Größe dieſer Ungleichheit der Tage, die er ungefähr dreimal größer angab, als ſie wirklich iſt. Allein, deſſen ungeachtet machte man bei dieſem Anfange der Aſtronomie wenig Gebrauch davon, weil ſie noch immer kleiner war als der Fehler der meiſten Beobachtungen. Indeß gereicht es dem Hipparch doch immer ſehr zur Ehre, daß er damals eins von den Elementen, worauf ſich die neuere Genauigkeit gründet, gekannt hat. Dieſer Unterſchied der Tage würde weit beträchtlicher ſeyn, wenn man wie es einige alte Völker machten, den Tag von einem Aufgang oder Untergang der Sonne bis zum andern rechnete. Sie würde ſogar unter verſchiednen Klimaten verſchieden ſeyn. Ohne Zweifel wurde Hipparch durch dieſen

Umſtand beſtimmt, den Tag von einem Mittag bis zum andern zu rechnen. Er hatte dabei zwar Vortheile; einmal war der Unterſchied in den Obſervationen kleiner und weniger merklich, und zweitens war dieſer Unterſchied in allen Ländern der Erde derſelbe. Dieß iſt der Urſprung unſres aſtronomiſchen Tages. Im bürgerlichen Leben zählt man, um die Spuren der alten Eintheilung in zwölf Theile beizubehalten, von einem Tage bis zum andern zwei mal zwölf Stunden, die Aſtronomen hingegen zählen vier und zwanzig Stunden in einem fort, wovon die erſte um Mittag anfängt und die letzte ſich den folgenden Mittag endigt. Eben ſo nahmen ehemals die Umbrier den Zwiſchenraum von einem Mittage zum andern für die Dauer des Tages an. Sie waren keine Aſtronomen und konnten alſo nicht durch dieſelben Gründe, wie Hipparch, beſtimmt werden. Es wäre der Mühe werth zu unterſuchen worauf ſich bei ihnen dieſer Gebrauch gründete. Die Natur lehrt, daß der Tag des Morgens anfängt, und um die Umlaufszeit vollſtändig zu machen, fügt man entweder die folgende oder die vorhergehende Nacht hinzu. Die Mitte des Tages iſt nur durch Beobachtung bekannt; ſie iſt kein ſinnliches Zeichen, wie die Morgen- oder Abenddämmerung. Dieſe Wahl ſcheint ein weiſes und kultivirtes Volk zu verrathen. Wir ſind beinahe geneigt, zu glauben, ohne es jedoch behaupten zu wollen, daß dieſe Einrichtung die Ueberlieferung eines alten aſtronomiſchen Gebrauchs iſt. Man könnte wahrſcheinliche Gründe dafür anführen. Die Auswanderungen haben alle Kenntniſſe zerſtreut; Ueberlieferungen ſind verlohren gegangen, indeß andre ſich erhalten haben. Es iſt eben ſo merkwürdig in Indien eine Kenntniß von der Umdrehung der Fixſterne zu erblicken, welches eine Periode vorausſetzt, deren Gebrauch von der Tartarei begränzt wird a); in China eine Eintheilung des Thierkreiſes anzutreffen, wovon die Tradition und die Methode nur zu Babylon erhalten

a) Geſchichte der Aſtronomie des Alterthums 3ter Abſchnitt §. 12.

worden ſind; in Aegypten und in Syrien aſtronomiſche und phyſikaliſche Fabeln zu finden, die dem nördlichen Theile der Erde gehören a); als in Umbrien, vor der Erneuerung der Aſtronomie zu Alexandrien, auf einen Gebrauch zu ſtoßen, welcher aſtronomiſche Arbeiten und Kenntniſſe vorausſetzt. Wir haben auf einen ſehr natürlichen und fruchtbaren Urſprung hingewieſen, wodurch ſich alles erklären läßt. Ein großer Fluß trat, indem er von den Gebürgen hinunterſtürzte, aus ſeinem Ufer, und die Ueberreſte ihrer Produkte wurden auf den ſchon ehemals überſchwemmten Gefülden zerſtreut.

§. 16.

Hipparch ging bald darauf an die Unterſuchung der Mondsbewegung. Er fand bei den Chaldäern ſchon eingeführte Perioden, welche die Umlaufszeiten dieſes Planeten, ſowohl in Rückſicht auf die Sterne als auch in Beziehung auf den Mondesknoten und ſeine Erdferne enthielten. Wir müſſen jedoch bemerken, daß die Chaldäer, weder die Bewegung der Knoten, noch der Erdferne, gekannt haben. Sie betrachteten alle dieſe Veränderungen nicht anders als Ungleichheiten, deren Umlaufszeiten ſie bemerkten, ohne ſich um die Urſachen davon zu bekümmern. Ein merkwürdiger Umſtand iſt, daß Hipparch eben ſo wenig, als die Chaldäer ſich mit der Vereinigung der Bewegungen der Sonne und des Mondes beſchäftigt haben. Die Perioden von 600 und 3600 Jahren, die dieß zum Zwecke hatten, wurden zu Babylon verkannt und vergeſſen. Dieß iſt ein Beweiß, daß die Aſtronomie ihr Syſtem und ihre Zwecke verändert hatte; und daß die Wiſſenſchaft, durch welche dieſe ſo genauen Perioden feſtgeſetzt waren, nicht mehr exiſtirte. Hätte Hipparch die Umlaufszeiten der Sonne und des Mondes mit einander vereinigen wollen, ſo würde er bemerkt haben, daß ſein Jahr zu lang war. Wir haben Urſache zu glauben, daß die Aegypter noch zu ſeiner Zeit dieſelbe Ehrfurcht für ihr bewegliches

a) Ebendaſ. p. 97. u. folg.

und geheiligtes Jahr hatten. Sie richteten noch immer ihre Feldarbeiten nach der Erſcheinung der Sterne ein, wie wir dieß aus den beiden von Ptolemäus uns mitgetheilten Kalendern ſehen a). Man glaubt, daß die ägyptiſchen Prieſter darauf beſtanden wären, den Gebrauch dieſes unbeſtimmten Jahres zu erhalten, wodurch ſie wegen der Einrichtung des Kalenders unentbehrlich wurden. Ihre Aſtronomie ſchränkte ſich darauf ein, und aus Eiferſucht gegen die alexandriniſchen Philoſophen erlaubten ſie denſelben nicht, die neue Aſtronomie bis auf die ihnen anvertrauten geheiligten Gegenſtände auszudehnen. Unterdeß alſo die Aſtronomen nach den Jahren der kalippiſchen Periode, d.i. nach Revolutionen von 365¼ Tagen rechneten, behielt das Volk zu Alexandrien das unbeſtimmte Jahr bis auf die Regierung Auguſts, wo die Reform des Julius Cäſar daſelbſt angenommen wurde b).

§. 17.

Hipparch, der den Mond vermittelſt der Ringkugel beobachtete, bemerkte, daß er ſich bald 5° über die Ekliptik erhob, und bald um eben ſo viel Grade unter dieſelbe hinunter ſtieg. Er folgerte daraus, daß der Weg, den der Mond zurücklegt 5° gegen die Ekliptik geneigt ſei. Dieß nennt man die größte Mondsbreite c). Dieſer Weg ſchneidet die Ekliptik in Punkten, welche man die Knoten nennt. Hipparch beſtätigte, was Eudoxus behauptet hatte, nämlich daß die Knoten beweglich ſind, und nach und nach verſchiedenen Punkten der Ekliptik entſprechen d). Er zog daraus das Reſultat, daß die größten Breiten auch in verſchiednen Punkten ſeyn müßten. Dieß nennten die Alten den Umlauf der Breite; eben das was wir in unſern Zeiten Umlauf der Knoten nennen.

a) Petau in Uranologio.
b) Ebendaſ. Diſſert. p. 199.
c) Almag. Lib V. c. 8.
d) Geſch. der Sterkn. des Alterth. 9. Abſchn. §. 9.

§. 18.

Indeß verfolgte **Hipparch** die Bewegungen des Mondes. Er beobachtete ſeine Entfernung von der Sonne unter verſchiednen Umſtänden a). Auf gleiche Weiſe beobachtete er ohne Zweifel die Entfernung von den Sternen, wobei ihm eine ſonderbare Ungleichheit dieſer Planeten ſehr auffiel. Dieſe Entfernungen wechſelten in der Zeit von einem Tage oder einer Nacht ab; ſie waren anders im Zenith, anders am Horizont; und man bemerkte ſogar eine Verſchiedenheit, wenn man die Bewegung des Mondes in der Zwiſchenzeit in Betrachtung zog. Dieſe Erſcheinungen waren alle Tage dieſelben. **Hipparch** wußte überdieß, daß dieſelbe Sonnenfinſterniß in verſchiednen Erdſtrichen nicht gleich groß erſcheine. Eine Sonnenfinſterniß, die in einem Lande ſichtbar war, war es nicht in einem andern. Die Schwierigkeiten weckten ſein Genie auf; er räſonnirte ohne Zweifel über dieſe Erſcheinungen auf folgende Art. Weil die Veränderungen der Entfernungen des Mondes, die am Horizonte am merklichſten ſind, ſich von dieſem Kreiſe an bis zum Zenith erſtrecken, ſo hängen ſie von der Höhe des Mondes über dem Horizonte ab. Ein Geſtirn kann nicht in verſchiednen Ländern in demſelben Augenblicke, in derſelben Höhe geſehen werden; aber wenn der Mond die Sonne verfinſtert, und alſo zwiſchen die Sonne und die Erde tritt, ſo müſſen dieſe beiden Geſtirne, weil ſie einem und demſelben Punkte am Himmel entſprechen an jedem Orte einerlei Höhe haben. Findet dieß nicht ſtatt: ſo muß die Höhe des einen Geſtirn durch irgend eine Urſache verändert werden. Dieſe Urſache iſt die Größe unſrer Erde. Ein Geſtirn entſpricht verſchiednen Punkten des Himmels, wenn es von Beobachtern in verſchiednen Punkten der Erde geſehen wird. Der Grund dieſer Wirkung iſt leicht einzuſehen. Betrachten zwei Perſonen einen Baum, der mitten in einer Ebne ſteht, ſo durchkreuzen ſich die Geſichtsſtrahlen, die nach dieſem Baume

a) Almag. Lib. V. cap. I. et 2.

gerichtet ſind, und werden ſie bis an den Horizont verlängert, ſo bewirken ſie, daß dieſe beiden Perſonen den Baum auf verſchiedne Punkte deſſelben beziehen. Der Winkel, den die Geſichtsſtrahlen der beiden Beobachter bilden, die Entfernung der Punkte des Himmels, auf welche ſie daſſelbe Geſtirn beziehen iſt das, was man die Parallaxe nennt a). Hipparch ſah bald ein, daß er, weil dieſe Erſcheinung von der Größe der Erde herrührte, dieſe Größe als null anſehen, nur den Mittelpunkt der Erde betrachten, und alle Erſcheinungen auf diejenigen reduziren müßte, die für einem Beobachter in dieſem Mittelpunkte ſtatt finden würde. Auf dieſe Reduktion gründet ſich die Parallaxenrechnung. Dieſe große und vortreffliche Entdeckung, war ſchon ein Schritt zur Vervollkommnung der Aſtronomie; ſie allein würde hinreichend ſeyn, Hipparch unſterblich zu machen. Ohne dieſe Entdeckung hätte Hipparch für die Mondstheorie nichts gethan, weil die ſchon an und für ſich ungleiche Bewegung des Mondes es noch mehr durch die Wirkung der Parallaxe wird, die nicht nur an verſchiednen Orten zu gleicher Zeit, ſogar an einem und demſelben Orte bei verſchiednen Höhen über dem Horizont verſchieden iſt.

a) Es ſei (Fig. 7.) der Mond in L, der aus dem Mittelpunkte der Erde geſehen in b erſcheint; ſo zeigt die Figur, daß zwei Beobachter, der eine in A, der andre in D, ihn in a und in d ſehen würden. Der Mond iſt eben ſo wenig in b, als in a, oder in d; er iſt wirklich in dem Punkte L ſeiner Bahn; und wir, die wir ihn von der Oberfläche der Erde ſehen, beziehen ihn auf den geſtirnten Himmel über uns. Die Wirkung der Parallaxe beſteht darin, daß das Geſtirn niedriger ſteht; und an einem und demſelben Orte iſt ſie, alles übrige als gleich angenommen, am größten, wenn das Geſtirn am Horizonte ſteht. Sie nimmt ab, ſo wie es ſich erhebt und wird im Zenith null. Dieß erhellt aus der Figur, wo man ſieht, daß der Parallaxen-Winkel BHC im Horizonte größer, in der Höhe LH kleiner und im Zenith Z null iſt. Man nennt den Winkel BHC die Horizontalparallaxe.

§. 19.

Ungeachtet Hipparch die Urſachen der Parallaxen kannte, ſo ſcheint er doch ihre Größe nicht haben beſtimmen zu können. Er wußte bloß ihre Wirkung zu vermeiden. Er lehrte, daß allein die Beobachtungen der Mondsfinſterniſſe den wahren Ort des Mondes, am Himmel geben könnten a). Der Schatten, den der undurchſichtige Erdkörper wirft, fällt immer auf die entgegengeſetzte Seite der Sonne. Die Mittelpunkte dieſes Kegels, der Erde und der Sonne liegen alſo immer in einer und derſelben graden Linie. Geht daher der Mond durch den Mittelpunkt des Schattens: ſo iſt er völlig der Sonne entgegengeſetzt. Er iſt um den halben Himmel oder um die halbe Peripherie des Kreiſes von ihr entfernt. Berechnet man daher für den Augenblick der Mitte der Finſterniß nach den Tabellen den Ort der Sonne, ſo hat man, wenn man 180° hinzuaddirt, den wahren beobachteten Ort des Mondes.

Hipparch wußte aus der Umlaufszeit des Mondes, daß er täglich etwas mehr als 13° ſeiner Bahn durchläuft; er war alſo im Stande Tabellen von ſeiner Bewegung zu verfertigen, ſo wie er es für die Sonne gethan hatte. Wenn er aber die aus dieſen Tabellen hergeleiteten Lagen des Mondes mit denen durch die Finſterniſſe beobachteten verglich, ſo bemerkte er die Ungleichheit, wovon die Chaldäer die Periode gekannt hatten. Er ſah, daß ſie bis auf 5° gieng, und daß ſie wegen ihrer Aehnlichkeit mit der, die er in der Sonne entdeckt hatte, durch dieſelben Mittel nämlich durch einen Epicykel oder einen excentriſchen Kreis vorgeſtellt werden könnte b). Hipparch bemerkte eine große Wahrheit, daß nämlich die Bewegung der Himmelskörper ſich auf ähnliche Urſachen und Geſetzen gründete. Die Bewegung des Mondes hatte mit der Sonne Aehnlichkeit. Man konnte zwiſchen den Epicykeln und excen-

a) Almag, Lib. VI c. l.
b) Erläut. B. IV, §. 5,

triſchen Kreiſen nicht entſcheiden; aber ſo viel war einleuchtend, daß diejenige von beiden Hypotheſen, welche der Wahrheit am nächſten kam, ſowohl die Bewegung der Sonne als die des Mondes erklärte.

§. 20.

Die Entdeckung der Parallaxe führte Hipparch auf eine zweite Entdeckung, nämlich auf die eben ſo wichtige Methode, die Entfernung der Planeten von der Erde zu meſſen. Irrte er auch in den Reſultaten, ſo macht ihm dennoch dieſe vortreffliche Methode nicht weniger Ehre. Er ſah, daß, da die Parallaxe durch die Geſichtsſtrahlen der beiden Beobachter, die in demſelben Augenblicke denſelben Himmelskörper beobachteten, gebildet wurde, der parallaktiſche Winkel um ſo kleiner ſeyn mußte, je entfernter der Körper war. Ein Geſtirn, das der Erde zweimal ſo nahe iſt, als ein anderes, muß daher eine doppelt ſo große Parallaxe haben a). Hier hatte er alſo ein Mittel die Verhältniſſe der Entfernung der Himmelskörper von der Erde zu beſtimmen. Er ſah ferner ein, daß man dieſe Verhältniſſe durch bekannte Maßſtäbe wie z. B. die Größe der Erde beſtimmen konnte. Hat man nämlich den Parallaxenwinkel eines Sterns beobachtet, ſo lehrt eine einfache Geometrie, die Trigonometrie, das Verhältniß des Halbmeſſers unſrer Erde zu der Entfernung dieſes Geſtirns finden b). Man konnte alſo dieſe Entfernung

a) Genau genommen iſt dieß nicht richtig, ſondern es iſt nur beinahe wahr und zwar um ſo mehr, je kleiner die Parallaxen ſind, und die Parallaxen können ſo klein ſeyn, daß der Fehler der aus der Anwendung dieſes Satzes entſpringt, für unſre Inſtrumente verſchwindet. Ueberſetzer.

b) Der Geſichtsſtrahl nämlich, der von dem auf der Oberfläche der Erde befindlichen Beobachter bis zu dem beobachteten Geſtirn geht, der Halbmeſſer unſrer Erde und die aus dem Mittelpunkte der Erde bis zu dem Geſtirn gezogne Linie, ſind drei grade Linien, welche ein Dreieck bilden. Der Winkel an der Oberfläche der Erde iſt ein rechter Winkel, der Winkel an dem Geſtirne iſt die durch die Bebobachtung gegebne Parallaxe. Nimmt man den Erdhalbmeſſer als be-

durch ähnliche Stadien angeben, wie die waren, deren ſich Eratoſthenes bediente, d. h. durch Maße, die ſchon in den Händen des Menſchen waren, und die er mit dem vertrauteſten und genaueſten ſeiner Sinne ſchätzte. Dieß iſt die allgemeine Methode, die wir dem Hipparch zu verdanken haben; ſie wurde von ihm auf den Mond angewandt. Weil die Parallaxe dieſes Planeten von allen die größte iſt, ſo wurde ſie auch am erſten bemerkt. Die übrigen konnten nicht mit den Inſtrumenten der damaligen Zeit gemeſſen werden. Die Unternehmung die Entfernung der Himmelskörper zu meſſen, die ſich weit über uns fort bewegen, iſt vielleicht die auſſerordentlichſte, die jemals der menſchliche Verſtand unternommen hat! Sie erregt die Bewunderung derer die in den Geheimniſſen der Aſtronomie nicht eingeweiht ſind, und ihr Erſtaunen würde noch größer ſeyn, wenn ſie wüßten, wie klein unſre Erde in Vergleich mit dieſer Entfernung iſt. Mit Recht bewundert der Weiſe, daß der Menſch der gegen die kleine Kugel, die er bewohnt, ſelbſt ſo klein iſt, mit Hülfe neuer Organe ſeine eignen auf Gegenſtände anzuwenden gewußt hat, welche die Natur ſo weit von ihm entfernt hatte. Jetzt aber, da die Methode einmal erfunden und bekannt iſt, ſcheint nichts einfacher zu ſeyn.

§. 21.

Hipparch war eben ſo ungewiß in Abſicht der Entfernungen des Mondes als der Größe ſeiner Parallaxen. Er bemerkte, daß die Entfernung des Mondes von der Erde veränderlich war, und leileitete daraus ſelbſt eine Veränderung in ſeinem Durchmeſſer her, der um ſo größer erſcheint, je näher der

kannt an, ſo kann man durch Rechnung die aus dem Mittelpunkte der Erde bis zu dem Stern gezogne Linie, oder ſeine Entfernung beſtimmen. Man wird wiſſen können, wie viel mal unſer Erdhalbmeſſer in dieſer Entfernung enthalten iſt. Dieſer Erdhalbmeſſer iſt das gemeinſchaftliche Maß für alle Entfernungen der Himmelskörper; und dieſer Halbmeſſer war ſchon durch die Operation des Eratoſthenes beſtimmt worden.

Mond der Erde iſt. Er erfand ein Inſtrument den Durchmeſſer zu meſſen, welches er auch verfertigen ließ. Dieß Inſtrument beſtand aus einem Winkel, der von zwei hölzernen vier Kubitus oder ungefähr ſieben Fuß langen und auf einem Mittelpunkte beweglichen Linealen gebildet wurde. An dieſem Mittelpunkte war eine Diopter angebracht, und zwei andere an den äußerſten Enden der Lineale a). Die Idee zu dieſem Inſtrumente iſt von dem Inſtrumente, deſſen ſich Archimedes bediente, hergenommen. Die beiden Regeln ſind die Geſichtsſtrahlen, und der Zwiſchenraum der beiden vordern Dioptern vertritt die Stelle des hölzernen Zylinders. Dieß Inſtrument wurde durch die Erfindung der Dioptern, welche dem Hipparch zu gehören ſcheint, vervollkommnet. Hipparch fand den Sonnendurchmeſſer durch Beobachtung, wie Ariſtarch gethan hatte, 30′ den Durchmeſſer des Mondes in ſeiner größten Entfernung von der Erde entfernt iſt 30′, und in ſeiner größten Nähe am nächſten iſt 35′; und endlich in der Mitte zwiſchen der größten und kleinſten Entfernung b) zu $33\frac{1}{4}'$.

Was die Entfernung betrifft, ſo nahm er bald die größte zu 83 und die kleinſte zu 71 Erdhalbmeſſer an; bald die größte zu $72\frac{1}{2}$ und die kleinſte zu 62. Er war ungewiß, weil die Beobachtungen, da ſie nicht genau genug waren, ihm verſchiedne Reſultate gaben. Eben ſo ungewiß war er in Abſicht der Entfernung der Sonne von der Erde, die er zu 1379 oder 1472 Erdhalbmeſſer angab c). Man muß ſich darüber nicht wundern. Die Sonnenparallaxe iſt klein, ſehr ſchwer zu beſtimmen, vorzüglich alsdenn, wenn der Fehler der Beobachtungen beträchtlich größer iſt, als die Größe dieſer Parallaxe. Hipparch zweifelte ſogar, ob die Sonne eine Parallaxe habe, und doch ſoll er, was

a) Almag. Lib. V, c. 12.

b) Almag. Lib IV, c 9. Theon et Riccioli, Almag. T. I, p. 222.

c) Theon, Comment. Almag. Riccioli, Almag. T. I, p. 110 et 222. Unten §. 34.

äußerſt inkonſequent gehandelt ſeyn würde und gar nicht glaublich iſt, die Mondsparallaxe durch die Sonnenparallaxe geſucht haben. Weil nämlich Ariſtarch das Verhältniß der Entfernungen dieſer beiden Geſtirne beſtimmt hatte, ſo konnte er, wenn eine von den Parallaxen bekannt geweſen wäre, daraus die andere finden. Allein ungeachtet des Zeugniſſes des Ptolemäus a) iſt es uns doch unwahrſcheinlich, daß Hipparch, der Wiederherſteller der Aſtronomie, einer ſolchen Inkonſequenz fähig geweſen ſei.

Dieſe Entfernungen der Sonne ſind vierzehn oder funfzehn mal kleiner als die, welche Eratoſthenes angiebt, und entfernen ſich um ſo mehr von der Wahrheit. Ein Beweiß, daß Eratoſthenes dieſe Entfernung der Sonne nur nach einer alten Tradition angegeben hatte. Die Ueberreſte der uranfänglichen Aſtronomie glichen damals mehr Volksirrthümern als auf Obſervationen gegründeten Reſultaten. Hipparch glaubte dieſe Reſultate nicht annehmen zu dürfen, und bezog ſich nur darauf, inſofern er ſie ſelbſt beſtimmt oder wenigſtens unterſucht hatte.

§. 22.

So geſchickt indeß dieſer Aſtronom war, ſo blieb er doch bei der Theorie der Sonne und des Mondes ſtehen, und wagte es nicht weiter zu gehen und ſich mit der Theorie der fünf Planeten zu beſchäftigen. Sie ſchien ihm zu ſchwer zu ſeyn, theils, weil man noch nicht gar lange angefangen hatte ſie zu beobachten b); theils auch, weil,

a) Almag. Lib. V, c. 11.

b) Almag. Lib. IX. cap. 10. Wenn Ptolemäus ſagt, man habe noch nicht lange angefangen die Planeten zu beobachten, ſo iſt dieß bloß von ihrem Orte in Beziehung auf die Ekliptik zu verſtehen; denn Ptolemäus ſagt ausdrücklich, daß die Alten, und dieſe Alten ſind die Orientaler und Chaldäer, das Stillſtehen und Sichtbar werden der Planeten beobachteten. Allein dieſe vielleicht mit weniger Sorgfalt in ihren Regiſtern beſchriebene Beobachtungen, ſind überdieß ſchwer anzuſtellen und an und für ſich ſelbſt

wegen ihrer Bewegung, die weit langſamer iſt als die des Mondes iſt, in vielen Jahren nur eine geringe Anzahl von Revolutionen erfolgte, der Fehler der Beobachtung alſo weniger getheilt und die Umlaufszeit um ſo weniger genau bekannt ſeyn konnte.

Es zeigte ſich noch eine andere Schwierigkeit bei der Unterſuchung der Bewegung der Planeten; dieß waren nämlich die beiden Ungleichheiten, welche die Alten darin zu bemerken glaubten. Die eine Ungleichheit wird durch ihre Stillſtände und Rückgänge hervorgebracht, und iſt nur ſcheinbar. Die andre betrifft ihre Bewegung im Thierkreiſe, welche bald langſamer bald ſchneller zu ſeyn ſchien. Dieſe Ungleichheit iſt den Planeten eigen. Zufolge dieſer beiden Ungleichheiten nahmen die Alten für jeden Planeten zwei Umläufe an, die eine in Beziehung auf die Sonne, die andere in Rückſicht auf den Thierkreis. Hipparch, den Ptolemäus, den Freund der Wahrheit nennt, verzweifelt als er ſich von Beobachtungen, die zugleich alt und genau waren, entblößt ſah, dieſe ſonderbare Erſcheinungen auf die einförmige Kreisbewegung reduziren zu können, wie er es für die Sonne und den Mond gethan hatte. Er begnügte ſich damit die alten Beobachtungen zu ſammeln, zur Belehrung der Nachwelt ſelbſt beßre anzuſtellen und zu zeigen, daß die Erſcheinungen nicht mit den mathematiſchen Vorausſetzungen ſeiner Zeit übereinſtimmten. Wir kennen dieſe Vorausſetzung nicht. Er glaubte, daß es keine Hypotheſen gäbe, wodurch die doppelte Ungleichheit begreiflich gemacht werden könnte. Es ſcheint, daß Hipparch, der die Ungleich-

ungewiß. Der wahre Zeitpunkt der Stillſtände läßt ſich wegen der vorhergehenden und folgenden langſamen Bewegung faſt unmöglich genau beſtimmen, das Sichtbarwerden der Planeten des Morgens, wenn ſie aus den Sonnenſtrahlen hervorgehen iſt der Ungewißheit von einem oder mehrern Tagen unterworfen, entweder wegen der übeln Witterung, oder ſelbſt wegen der Dünſte am Horizonte, oder auch endlich wegen eines weniger guten Geſichts oder wegen des Mangels an anhaltender unermüdeter Aufmerkſamkeit.

heit der Sonne durch einen Epicykel oder durch einen excentriſchen Kreis erklärte, ganz leicht hätte darauf kommen müſſen, durch Vereinigung eines Epicykels und eines excentriſchen Kreiſes die beiden Ungleichheiten vorzuſtellen; allein dieſe Verbindung war dem Ptolemäus aufbehalten. Nichts erblickt man in der Geſchichte der Wiſſenſchaften gewöhnlicher, als daß einfache Gedanken, die weiter nichts als Folgen ſind, den größſten Männern entgehen. Wäre die Ausſicht des menſchlichen Geiſtes nicht begränzt, ſo würde der Mann von Genie, der die Idee zu einer Wiſſenſchaft faßt, ſo gleich ihren ganzen Umfang überſehen. Die begränzten Kräfte haben die Anſtrengungen und Arbeiten auf die ganze Dauer der Zeit zertheilt.

§. 23.

Mit Recht iſt Hipparch durch die herrliche Unternehmung, die Sterne zu zählen und ihre beobachteten Lagen der Nachwelt zu hinterlaſſen, unſterblich geworden. Ein neuer Stern, den man am Himmel bemerkte, gab dazu Veranlaſſung. Hipparch ſah ganz das Auſſerordentliche dieſer Erſcheinung ein. Die Sterne ſind am Himmel das unveränderlichſte, ſowohl in Abſicht ihrer Lage als ihrer Größe und ihres Glanzes. Aehnliche Sterne konnten alſo auf einmal erleuchtet oder geſchaffen werden. Haben ſie entſtehen können, ſo können ſie auch wieder vernichtet werden. Eine einzige Thatſache zerſtört auf immer die Göttlichkeit der Sterne, und ſetzt ſich in die Klaſſe aller Weſen, indem ſie ſie dem allgemeinen Geſetze der Natur unterwirft, dem Geſetze geboren zu werden, ſich zu verändern und zu ſterben. Hipparch urtheilte, daß dieß Phänomen, das ſich ſchon mehrere male gezeigt hatte, wieder kommen könnte; und dieſer Mann wagte, ſagt Plinius, eine ſelbſt einem Gotte kühne Unternehmung, auſus rem etiam Deo improbam; nämlich die Sterne zu zählen, ihre Entfernungen zu beſtimmen, und vermittelſt beſonders dazu erfundner Inſtrumente, ſie durch ihre Lagen und Größe

anzuzeigen, damit man wiſſen könnte, ob ſie entſtünden oder vergingen, ob ſie in Ruhe oder in Bewegung wären und endlich ob ihr Glanz einer Vermehrung oder Verminderung fähig ſei. Hipparch hinterließ den ſo von ihm beſchriebnen Himmel der Nachwelt gleichſam zur Erbſchaft.

§. 24.

Etwas muß man indeß doch von dem übertriebnen Lobe des Plinius wegnehmen, oder weil er nicht genug in dieſer Wiſſenſchaft unterrichtet war, wenigſtens dieß Lob auf das, was es Wahres enthält, zurückführen. Hipparch iſt nicht der erſte, der die Sterne gezählt hat; man glaubt mit Recht, daß die alten Orientaler eine Zählung derſelben unternommen haben. Plinius unterſtützt ſelbſt dieſe Meinung, indem er an einem andern Orte ſagt, daß die Alten 1600 Sterne in den Konſtellationen des Himmels zählten. Hipparch hat weit weniger gezählt; aber die Sache wird dadurch entſchieden, daß Eratoſthenes, wie wir ſchon geſagt haben, uns eine Beſchreibung des Himmels hinterlaſſen hat, in welcher die Sterne jeder Konſtellation gezählt ſind. Er findet deren in allen etwas mehr als 700. Hipparch iſt ſogar auch nicht der erſte, der die Lagen der Sterne beobachtet, und ihre Entfernung vom Aequator und den Koluren in Graden gemeſſen hat. Dieß hatten ſchon vor ihm Ariſtyllus und Timochares unternommen. Sein Verdienſt beſteht darin, daß er die Anzahl der Sterne, die mit bloßem Auge können geſehen werden, genauer beſtimmte. Er zählt deren 300 mehr als Eratoſthenes. Er hat die Lage aller Sterne beobachtet, da hingegen ſeine Vorgänger dieß nur von einigen gethan hatten. Dieſe Unternehmung des Hipparchs verdient, obgleich ſie nicht ohne Beiſpiel war, der Größe ihres Gegenſtandes der ungeheuren Arbeit und der glücklichen Ausführung wegen, bewundert zu werden. Er ſah die Nothwendigkeit dieſes Werks ein, und hatte den Muth es anzufangen und zu vollenden Die Aſtronomen werden ihm deswegen ge-

wiß ein größeres Verdienſt zu geſtehen, als wenn er der erſte geweſen wäre, der die Sterne gezählt hätte. Man muß die Männer zu loben wiſſen, die gelobt zu werden verdienen, und oft preiſet die Unwiſſenheit an ihnen das, was ſie ſelten am wenigſten ſchätzen.

Hipparchs Plan oder wenigſtens ſeine Ausführung iſt bei weiten ſo ausgedehnt nicht geweſen, als man aus Plinius Erzählung ſchließen muß. Sein Sternenverzeichniß iſt nicht vollſtändig genug, um alle, ſelbſt dem unbewaffneten Auge, ſichtbaren Sterne zu enthalten. Man hat alſo nicht das Recht zu ſchließen, daß ein Stern neu ſei, weil man ihn nicht darin findet, oder daß er verſchwunden ſei, weil man ihn nicht mehr bemerkt. Denn die Lagen der Sterne in dieſem Verzeichniſſe, ſind nicht ſo genau, daß man ſich bei Aufſuchung der ſehr kleinen Sterne nicht ſollte irren können. Was die eigne Bewegung der Sterne betrifft, ſo gehörten, weil dieſelbe nur ſehr langſam ſeyn kann, viele Jahrhunderte dazu, nur den ziemlich beträchtlichen Fehler der Beobachtungen zu erſetzen, und bei dieſer feinen Unterſuchung ſich der Lagen Hipparchs bedienen zu können. Am wenigſten aber war je Hipparchs Plan die Größe und den Glanz der Fixſterne zu meſſen. Dieſe Sterne haben ſelbſt in unſern beſten Fernröhren keinen Durchmeſſer. Ihr funkelndes Licht giebt ihnen freilich einen für unſer Auge empfindbaren Durchmeſſer; allein auch dieſer iſt zu klein, als daß er mit Hipparchs Inſtrumenten hätte gemeſſen werden können. Die Stärke ihres Glanzes iſt noch ſchwerer zu beſtimmen: wir wiſſen nicht einmal, ob ſelbſt unſre neuere Genauigkeit dieſe Meſſungen je wird erreichen können. Uebrigens gereicht es dem Hipparch zur Ehre wenn er durch eine Art von Inſpiration vorhergeſehen hat, daß die Wiſſenſchaft ſo weit kommen könnte, wir müſſen jedoch bemerken, daß er dieß Ziel nicht erreichte. Das Verzeichniß des Hipparchs iſt indeß bei allen Arbeiten dieſer Art zum Muſter genommen worden, und wenn auch die Neuern es an Größe und Genauigkeit übertroffen

haben, ſo wird doch ſein Verdienſt, der Erſte geweſen zu ſeyn, noch dadurch vermehrt, daß er den Zuſtand des Himmels der damaligen Zeit beſchrieben und ſo den Grund zur Unterſuchung der Bewegung der Sterne in der Länge gelegt hat.

§. 25.

Man iſt nicht abgeneigt geweſen den neuen von Hipparch bemerkten Stern für einen Kometen zu halten; allein dieſer Aſtronom hatte gewiß zu viel Einſicht um ſich ſo täuſchen zu laſſen. Jeder Komet hat eine eigne Bewegung, die er hätte bemerken müſſen; er würde geſehen haben, daß er ſeine Lage in Rückſicht der übrigen Sterne veränderte. Er würde ihn unſtreitig anfangs für einen Planeten, und wenn er ihn hätte verſchwinden ſehen, vielleicht gar für eine bloße Lufterſcheinung gehalten haben. Es iſt ſehr merkwürdig, daß weder Hipparch noch Ptolemäus ein Wort von Kometen geſagt haben. Vermuthlich haben ſie keine geſehen, oder ſie für Meteore gehalten, die kein Gegenſtand der Aſtronomie ſind. Es iſt zu bewundern, daß die vernünftige Meinung der Chaldäer über die Natur und Rückkehr der Kometen von Hipparch nicht iſt angeführt worden. Er müßte ſie kennen, aber wahrſcheinlich hat er ſie als einen Volksirrthum verworfen; ein Beweis, daß die Beobachtungen, welche dabei zum Grunde lagen, zur Zeit dieſes Aſtronomen nicht mehr exiſtirten, und älter waren als die alten chaldäiſchen Beobachtungen.

§. 26.

Hipparch theilte den Himmel in 49 Sternbilder, wovon 12 in der Ekliptik, 21 nördliche und 16 ſüdliche waren. In den Erläuterungen werden wir die Namen davon anführen a). Dieß war die Himmelskugel der Chaldäer, aber Hipparch änderte darin etwas b), er brachte das Haupthaar der Berenice mit hinein. Die Methode, deren er ſich bei der Beobachtung der Sterne bediente, gehört ohne Zweifel auch ihm; ſie iſt ſehr

a) §. 19. b) Ebendaſ. §. 17.

ſinnreich. Man kann in dem Thierkreiſe keine Lage beſtimmen, als nur in Beziehung der Aequinoktial- und Solſtitialpunkte. Nun ſind dieſe Punkte am Himmel nicht ſichtbar; ſie können jeden Augenblick nur durch die Vergleichung des beobachteten Orts der Sonne und durch die Tabellen, welche ihre Entfernung von dieſen Punkten angeben, erkannt werden. Aber wie ſoll man die Sterne bei der Sonne erkennen, welche ſie durch ihren Glanz unſichtbar macht und ihnen ſo lange ſie über dem Horizont iſt nicht zu erſcheinen erlaubt. Hipparch kam auf den Gedanken, vermittelſt des Mondes eine mittlere Beobachtung anzuſtellen a). Er bemerkte kurz vor Sonnen-Untergang auf der Ringkugel den Unterſchied der Länge zwiſchen dieſem Geſtirne und dem Monde. So bald die Sonne untergegangen war, und irgend ein ſchöner Stern erſchien, beobachtete er den Längenunterſchied zwiſchen dem Sterne und dem Monde, dabei zog er die Bewegung des Mondes in der Zwiſchenzeit der Beobachtungen, die immer ziemlich kurz war, mit in Betracht; und weil ihm die Tabellen den wahren Ort der Sonne in der Ekliptik gaben, ſo hatte er auch den Ort des Sterns. Hatte er einmal den Ort von einem oder mehrern Sternen beſtimmt, ſo diente ihn dieſer zur Vergleichung für alle übrige Sterne. Man ſieht, daß dieſe Methode, deren man ſich in unſern Tagen bis zur Erfindung der Pendeluhren bedient hat, ſehr alt iſt. Auf die Art beobachtete Hipparch alle Lagen, wovon uns Ptolemäus das Verzeichniß aufgehoben hat b).

Er ſcheint eine Himmelskugel verfertigt und darauf dieſe Lagen und die Sternbilder verzeichnet zu haben. Dieſe Kugel wurde ohne Zweifel in dem alexandriniſchen

a) Ptolem. Almag. Lib. VII, c. 2.

b) Ptolemäus ſcheint ſich dieſe Methode zuzueignen, allein Hipparch würde die beobachteten Lagen der Sterne nicht zurückgelaſſen haben, wenn er nicht eine Methode ſie zu beobachten gehabt hätte, und weil er eine Methode haben mußte, ſo iſt es natürlich ihm die von Ptolemäus erwähnte zuzuſchreiben.

Muſäum als ein für die Aſtronomie des Hipparchs eben ſo nützliches als ehrenvolles Denkmal aufgeſtellt. Um zu beweiſen, daß die Entfernungen und das Verhältniß der Sternbilder ſich nicht verändert habe, verlangt Ptolemäus, daß man ſeine eignen Beſtimmungen mit dieſer alten Himmelskugel vergleiche a). Hipparch führte dieſen Gedanken noch weiter aus, und dachte ſich, daß die Sternbilder auf einer Ebne entworfen werden konnten b); er glaubte, daß der Himmel eben ſo darauf könne vorgeſtellt werden, wie Anaximander die Erde vorgeſtellt hatte. Die erſt kurz vorher erfundne Projektionsmethode erleichterte ihm die Ausführung davon. Hipparch hatte alle Eigenſchaften, die das Genie charakteriſiren; einen allgemeinen Blick die Verhältniſſe zu faſſen, und ein richtiges und ſicheres Gefühl alle mögliche Anwendungen davon zu machen.

§. 27.

Dieſe Arbeit, die Hipparch mit den Sternen und ihren für die Nachwelt aufgezeichneten Lagen unternommen und geendigt hatte, führten ihn auf die Entdeckung der Bewegung der Sterne. Er kam bei der Unterſuchung einiger Beobachtungen des Ariſtyllus und Timochares auf dieſe Vermuthung. Timochares hatte gefunden, daß der Stern, welcher die Aehre der Jugfrau genannt wird, 8° vor dem Aequinoktialpunkte durch den Meridian ging. Hipparch bemerkte, daß derſelbe Stern zu ſeiner Zeit nicht mehr als 6 Grade vorrückte. Er wiederholte dieſelbe Vergleichung mit verſchiednen andern Sternen, und fand, daß alle von Abend gegen Morgen um eben ſo viel Grade weiter fortgerückt waren. Die erſten Sterne, deren er ſich zu dieſer Vergleichung bediente, waren ohne Zweifel Sterne im Thierkreiſe; denn er nahm zuerſt an, daß dieſe Bewegung nur bei denen ſtatt finde, die in dieſem engen

a) Ptolem. Almag. Lib. VII. c. 1.
b) Syneſius, de dono aſtrol. Hiſt des Mathem. Tom. I. p. 274.

Streifen lagen a). Neue Vergleichungen und eine reifere Unterſuchung waren Urſache, daß er dieſe wunderliche Hypotheſe aufgab, und alle Sterne einer allgemeinen Bewegung unterwaf, welche ſie insgeſammt mit ſich fortzieht ohne im geringſten ihre gegenſeitige Lage zu verändern. Ungeachtet wir mit Recht dieſe Hypotheſe für ungereimt halten, ſo läßt ſich doch, wie wir glauben, Hipparch rechtfertigen, daß er ſie auf eine kurze Zeit angenommen hat. Es liegt darin weiter nichts ungereimtes als das, was nicht natürlich iſt. Allein zu allen Zeiten iſt es ſchwer über das, was wirklich der Natur zugehört, anders als aus der Erfahrung zu urtheilen. Was war auſſerordentlicher, ſich zu denken, der Streifen des Thierkreiſes drehe ſich um ſeine Axe, und die Sterne in demſelben durch eine fortſchreitende Bewegung von den übrigen zu trennen, oder alle Sterne durch eine allgemeine Bewegung ohne ſich von einander zu entfernen mit eben ſo viel und noch mehr Ordnung gleich einem in den militäriſchen Evolutionen geübtem Heere fortrüken zu ſehen. Wir müſſen geſtehen, daß Hipparch, ehe die Thatſachen entſchieden waren, ungewiß ſeyn mußte, welche von dieſen beiden Hypotheſen er als die natürlichſte wählen ſollte.

§. 28.

Hipparch ſah bald ein, daß ſich die Sterne gleichförmig um die Pole der Ekliptik bewegten. Sie behielten in Rückſicht dieſes Kreiſes immer dieſelbe Entfernung. Die Kornähre der Jungfrau war davon 2° entfernt, wie zur Zeit des Timochares. Er bemerkte, daß alle Deklinationen ſich verändert hatten, hingegen die Breiten dieſelben geblieben waren. Er nahm alſo in ſeiner Abhandlung über die Größe des Jahres an, daß ſich alle Sterne, aber nur in der Länge bewegten b), jedoch immer noch mit einer Art von Zweifel, weil er glaubte, die Beobachtungen des Timochares wären nicht ge-

a) Ptol. Almag. Lib. VII, c. 1.
b) Ptolem. Almag Lib. VII, c. 2.

nau genug, um davon gewiß zu ſeyn. Ueberdieß war noch keine ſehr lange Zeit verfloſſen, und es konnte ſich noch immer eine Bewegung in der Breite, die weniger merklich war als die in der Länge, in einer größern Anzahl Jahre zeigen. Dieſe Vorſicht beweiſet, daß Hipparch ein ſehr guter Kopf war. Er entſchied ſogar nicht einmal über alles, was er ſelbſt geſehen hatte. Er erwartete von der Zeit, die ſehr oft übereilte Behauptungen wiederlegt, die nöthige Aufklärung. Ptolemäus, der 260 Jahre nachher die Breiten ſo fand, wie ſie Timochares und Hipparch beobachtet hatten, befand ſich in der Lage, den Zweifel, den die Klugheit ſeines Vorgängers gehegt hatte, gänzlich heben zu können.

§. 29.

Wir glauben, daß Hipparch noch weiter gegangen iſt, und vorausgeſehen hat, daß dieſe Bewegung nicht den Sternen zugehörte. Dem beobachteten Scheine zufolge entfernten ſich die Sterne alle mit einer gleichen Bewegung von den Aequinoktialpunkten, indem ſie immer unter einander dieſelbe Ordnung behielten, die ſie ſeit dem Anfange der Welt hatten. Hipparch ſcheint die ſphäriſche Decke nicht angenommen zu haben, an welcher die alten Griechen die Sterne angeheftet hatten. Der Schein war derſelbe, ſie mochten ſich von dem Aequinoktialpunkt oder dieſer von ihnen entfernen. Es war weit natürlicher, daß ſich dieſer Punkt oder wenigſtens die vier Kardinalpunkte allein bewegten. Dieſe Vorausſetzung hielt er für die natürlichſte. Montucla a) vermuthet dieß mit Recht aus dem Titel eines Winkels von Hipparch, von dem Rückwärtsgehen der Nachtgleichen, was er eben ſo leicht nach der Bewegung der Sterne in der Länge betitelt haben würde. Dieſer große Aſtronom hat alſo dieſe Wirkung aus dem richtigen Geſichtspunkte betrachtet. Er hat den Sternen die Ruhe, und die Beſtändigkeit wiedergeſchenkt, welche

a) Hiſt. des Mathemat. T. I, p. 274.

ihren Charakter ausmacht. Sie glänzen ruhig in den Gefilden des Himmels, ohne wenigſtens ſichtbar den ihnen von dem höchſten Weſen angewieſnen Ort zu verlaſſen. Bloß die Nachtgleiche = und Sonnenſtandspunkte ſind dazu beſtimmt, jedes Jahr um eine kleine Größe vorzurücken, indem ſie mit einem ſehr langſamen Gange in einer Zeit von ungefähr 25920 Jahren die Ekliptik durchlaufen. Es war nur noch die Urſache davon zu erforſchen, die bis auf Newton unbekannt bleiben mußte.

Hipparch nahm dieſe Bewegung noch langſamer an, als ſie wirklich iſt. Sie betrug ſeiner Meinung nach in einem Jahrhunderte nur einen Grad, daß alſo die ganze Umlaufszeit 36000 Jahre ausmachte.

§. 30.

Die Kenntniß der ſcheinbaren Bewegung der Fixſterne längs der Ekliptik veranlaßte den Hipparch die Sterne auf dieſen Kreis und nicht mehr auf dem Aequator zu beziehen. Bis auf Hipparch erſtreckte ſich die Aſtronomie bei den Griechen nicht weiter als auf die Beobachtung des Aufgangs und Untergangs der Sterne. Da dieſe Erſcheinungen beſonders von der Gradenaufſteigung und Abweichung abhängen, ſo war es natürlich den Ort der Sterne in Beziehung auf den Aequator zu beſtimmen. Selbſt Hipparch folgte anfangs dieſem Gebrauche a); als er aber die Bewegung der Sterne entdeckt hatte, ſo hielt er es für bequemer ihren Ort auf die Ekliptik zu beziehn, wodurch die Rechnungen ſehr einfach werden, weil das Vorrücken in der Länge gleichförmig geſchieht und die Breite unveränderlich iſt, die Gradeaufſteigung und Abweichung hingegen durch dieſe Bewegung ſich immer und zwar ungleich verändern.

Zu Hipparchs Zeit ging der Kolurus der Nachtgleichen durch den erſten Stern des Widders, und ein jedes Sternbild nahm ungefähr, ſoweit es ſeine Größe erlaubt, den zwölften Theil des Thierkreiſes ein. Wir

a) Geſch. der Sternk. des Alterth. 2ter B. 6ter Abſchn. §. 11

vermuthen ſogar, daß Hipparch die ältern Sternbilder etwas verändert hat, damit der Widder die erſte Stelle einnahm, wie er es in den alten Zeiten bei der erſten Eintheilung gethan hatte. Seit Hipparch haben die Aſtronomen die Sternbilder gegen Morgen fortrücken laſſen und die Zeichen des Thierkreiſes ſind von den Sternbildern unterſchieden worden. Man hat dieſen Zeichen den Namen der Sternbilder gelaſſen, die ſich zur Zeit des Hipparchs darin befanden, und das Zeichen des Widders fängt immer mit des Frühlingsnachtgleiche an, ungeachtet jetzt das Sternbild ganz in den Stier fällt.

§. 31.

Es iſt merkwürdig, daß ſich die Wiſſenſchaften ſo langſam verbreiten, und daß man ſo falſche Anwendungen davon macht. Die Bewegung der Sterne hatte man entdeckt; die Entdeckung wurde zwar erſt von Ptolemäus völlig beſtätigt, allein man kam nicht auf die Vermuthung, daß dieſe Bewegung die Urſache von der Unrichtigkeit der alten Kalender, von der Verſchiedenheit, die man unter ihnen bemerkte, und vorzüglich von der Ungewißheit der Nachtgleiche und Sonnenſtandspunkte, welche dieſelben Schriftſteller in verſchiedne Punkte der Ekliptik ſetzten a), ſeyn konnte. Columella, der 180 Jahr nach Hipparch lebte, kannte die vor dieſem Aſtronomen angeführte Bewegung ſo wenig, daß er davon eine Veränderung in den Klimaten, in ihrer Fruchtbarkeit und in der Temperatur der Luft erwartete. Aber nur die längere oder kürzere Gegenwart der Sonne unterſcheidet die Klimate von einander und bringt Abwechſelung der Wärme und Fruchtbarkeit der Erde hervor: und dieſe Gegenwart hängt von der Neigung der Himmelskugel gegen den Horizont und von der Schiefe der Ekliptik ab. Blieben dieſe Umſtände, wenigſtens merklich, immer dieſelben, ſo würde auch

a) Columella, de re ruſtica. Geſch. der Sternk. des Alterth. 2ter B. 6ter Abſchn. §. 3.

die Fruchtbarkeit immer dieſelbe ſeyn, angenommen, daß ſich die Erde durch ihre Produktion nicht erſchöpfte. Große Männer haben ſehr oft das Schickſal, daß man ihre Sprache nicht verſteht und ihr Unterricht lange fruchtlos bleibt; die Dunkelheit herrſcht noch nach der Ankunft des Tages, und eine lange Dämmerung geht vor dem allgemeinen Lichte vorher.

§. 32.

Hipparch trug den Plan, den er in der Aſtronomie befolgt hatte, in die Geographie über; und weil er die Lagen und die Bewegung aller Sterne auf feſte Kreiſe der Himmelskugel bezogen hatte, ſo glaubte er, daß man in der Geographie die Lage der Oerter auf der Oberfläche der Erde auf den Erdäquator beziehen müßte a). Vor ihm ſchienen ſich nur die Alten damit beſchäftigt zu haben, die Entfernung vom Aequator kennen zu lernen. Es gelang ihnen auch, indem ſie durch ihre Gnomonen am Tage der Nachtgleichen die Länge des Schattens maßen b). Sie hatten bemerkt, daß dieſe Länge des Schattens ſich veränderte, ſo wie ſie ſich vom Aequator entfernte, und bis zum Pol zunahm. Dieß war die Methode der alten Indianer, der Chineſer und ganz Aſiens; von ihnen hatten ſie die Griechen. Nach ihrer Angabe verhielt ſich zu Rom am Tage der Nachtgleiche die Länge des Schattens zur Höhe des Gnomons wie 8 zu 9, zu Alexandrien wie 3 zu 5, zu Athen wie 3 zu 4, zu Rhodus wie 5 zu 7, zu Carthago wie 7 zu 11 c). Sie unterſchieden ferner die Klimate durch die Tageslänge. So wie man nämlich von dem Aequator, wo das ganze Jahr hindurch der Tag zwölf Stunden hat, gegen den Pol zu geht, ſo nehmen die Tage des Sommerſonnenſtillſtands zu; und da dieſe Klimate von einer halben Stunde zur andern eingetheilt wurden, ſo zählt Ptolemäus deren ſieben von dem Klima von

a) Strabo Geog. Lib. I.
b) Geſch. der Sternk. des Alterth. 1. B. 4. Abſchn. §. 16.
c) Riccioli Almag. T. I. p. 16.

Meroe an, wo der längſte Tag dreizehn Stunden hat, bis zu der Mündung des Boryſthenes, wo der längſte Tag ſechszehn Stunden lang iſt a). Weiter hinaus wachſen die Tage ſchneller: bald zählt man ſie nicht mehr nach Stunden, ſondern nach Monaten bis zum Pole, wo das ganze Jahr nur aus einem Tage und einer Nacht von ſechs Monaten beſteht.

Hipparch dachte, man könnte die Lage eines Orts auf der Oberfläche der Erde eben ſo angeben, wie man die Lage eines Sterns am Himmel beſtimmt. Er ſah ein, daß wenn die Städte und die merkwürdigen Punkte der Erde durch ihre Längen und Breiten bekannt waren, man eben ſo ein Verzeichniß davon verfertigen konnte, wie er für die Sterne geliefert hatte. Ein Gedanke führte ihn auf den andern, und da ihm die erſte glücklich geendigte Unternehmung Muth einflößte, ſo ſchlug er die zweite vor, und überließ die Ausführung davon ſeinen Nachfolgern. Dieſe glückliche Anwendung entſchied das Schickſal der Geographie, nämlich von der Aſtronomie abzuhängen. Sie beruhte daher weniger auf Muthmaßungen und hing weniger von den unrichtigen Erzählungen der Reiſenden ab. Hipparch machte ſie zu einer poſitiven auf ſichern Principien gegründeten Wiſſenſchaft.

Man denke ſich einen größten Kreis, einen Meridian, der durch den Pol und das Zenith des Orts geht, und bemerke auf dieſem Kreiſe, vermittelſt des Gnomons oder der Armillen die Entfernung des Zeniths vom Aequator oder die Breite b). Was die Entfernung von

a) Ptolem. Almag. Lib. I, c. 12.

b) Es ſei (Fig. 8.) HSZ der Meridian, CS der Aequator, Z das Zenith, AS ein Gnomon, AC die Länge des Schattens am Tage der Nachtgleiche. Weil dieſe Länge durch die Beobachtung bekannt iſt, ſo berechne man den Winkel HCS, welcher die Höhe des Aequators über dem Horizonte iſt. Dieſer Winkel von dem rechten Winkel HCZ abgezogen, giebt den Winkel SCZ oder die Entfernung des Zeniths von dem Aequator. Man hat nachher auf gleiche Weiſe einen

Weſten oder die Länge a), die auf dem Aequator gerechnet wird, betrifft, ſo kann man dieſe nur durch die gegenſeitige Entfernung der Meridiane der verſchiednen Oerter oder durch die zwiſchen dieſen Meridianen enthaltnen Theile des Aequators kennen lernen. Hipparch glaubte, daß man eben ſo, wie man die Längen von einem beſtimmten Punkte nämlich dem Frühlingsnachtgleichenpunkte an rechnete, auch einen Meridian wählen müßte, von welchen an, man alle übrigen beſtimmen könnte.

§. 33.

Aber es kam darauf an, die Entfernung der Meridiane von einem beſtimmten Meridian, der für den erſten angenommen wurde anzugeben; und der größte Dienſt, den Hipparch der Geographie erwieſen hat, iſt die Erfindung der Methode, dieſe Entfernung oder die Längen vermittelſt der Mondsfinſterniſſe zu beſtimmen. Als man die Zeit durch Waſſeruhren maß, war es zwar nicht möglich einen hohen Grad von Genauigkeit zu erlangen; die Methode gereicht indeß dem Hipparch nicht weniger zur Ehre, denn das Princip davon iſt vortreflich.

Die Länder, die unter einem Meridiane liegen, haben in dem Augenblicke Mittag, wenn ſich die Sonne grade in ihrem Meridiane befindet. Die Mittagsſtunde kömmt alſo nach und nach für alle Länder der Welt an, indem ſie von Oſten nach Weſten rückt, und zwar ſo, daß ſie in vier Minuten Zeit einen Grad in der Länge,

Stern E beobachtet, ungeachtet derſelbe nicht im Aequator war, denn wenn man ſeine bekannte Abweichung SE von ſeiner Höhe HE abzog, ſo hatte man eben die Höhe des Aequators.

a) Der Grund der Benennungen der Länge und Breite der Oerter der Erde liegt darin, daß ehemals das, was man von der Erde kannte ſich weiter von Weſten nach Oſten als von Norden nach Süden erſtreckte; und folglich nannte man Länge, was ſich von Weſten nach Oſten und Breite was ſich von Norden nach Süden erſtreckte.

und in einer Stunde funfzehn Grad zurücklegt, weil, wegen der täglichen Revolution, die 360° des Aequators in einem Tage von vier und zwanzig Stunden durch den Meridian gehen. Von zwei Meridianen, die um 10° von einander entfernt ſind, hat der öſtliche Mittag und überhaupt jede Stunde 40 Minuten früher als der andre. Eine himmliſche Erſcheinung, z. B. eine Mondſinſterniß, die man an allen Orten der Erde, wo der Mond ſichtbar iſt, als ein Signal daher in demſelben Augenblicke wahrnimmt, wird nach der Verſchiedenheit der Länder, zu verſchiednen Stunden geſehn. Iſt man alſo in einem Lande in Abſicht der Zeit 40 Minuten weiter, als in einem andern, ſo kann man daraus ſchlieſſen, daß daſſelbe um 10° weiter nach Oſten liegt oder eine 10° größere Länge hat. Dieſe Methode, die mit ſo glücklichem Erfolge von unſrer neuern Aſtronomie angewandt iſt, liegt bei allen übrigen, welche die Beſtimmung der Erdlängen durch die Beobachtung himmliſcher Erſcheinungen zum Gegenſtande haben, zum Grunde. Es iſt ein Beweis, von Hipparchs vorzüglichem Genie, daß er auf dieſe Art die Geographie mit der Aſtronomie verband und die Kenntniß der Erde von der Kenntniß des Himmels abhängig machte.

§. 34.

Die zahlreichen Rechnungen worein dieſer arbeitſame Aſtronom durch ſo viele Arbeiten verwickelt wurde, ſagt Montucla a), brachten unter ſeinen Händen die Trigonometrie ſowol die gradlinichte als ſphäriſche hervor. Dieſe Wiſſenſchaft lehrt, die Dreiecke meſſen und berechnen. Ein Dreieck beſteht aus drei Winkeln und drei Seiten; ſind drei von dieſen Dingen bekannt, ſo kann man allgemein durch Rechnung die übrigen finden, jedoch muß, wenn dieſe Seiten grade Linien ſind, wenigſtens eine Seite gegeben ſeyn. Sind aber die Seiten Kreisbögen, wie die gegenſeitigen Entfernungen der Sterne an dem Gewölbe des Himmels, ſo braucht keine

a) Hiſtoire des Mathematiques, T. I, p 275.

einzige Seite bekannt zu ſeyn, und die drei Winkel ſind hinlänglich, die Seite, welche geſucht wird, oder alle drei zu berechnen. Der Inbegriff dieſer Regeln iſt die Wiſſenſchaft, welche man die Trigonometrie nennt. Sie iſt ein weſentlicher Theil der Aſtronomie, die nur Bogen und Winkel miſſet, und die oft die einen aus den andern beſtimmen, oder daraus Entfernungen in grader Linie herleiten muß. Hipparch hat alſo eben ſo den Grund zu dieſer Wiſſenſchaft wie zur Geographie gelegt.

Hipparch hat viele Werke hinterlaſſen, die nicht bis zu uns gekommen ſind. Es iſt uns von ihm weiter nichts übrig geblieben, als ſein Kommentar oder ſeine Kritik des Aratus und Eudoxus. Eben ſo hat er eine Kritik von der Geographie und der Erdmeſſung des Eratoſthenes geſchrieben a). Strabo übernahm ungeachtet der Hochachtung, die er für Hipparch hatte, die Vertheidigung des Eratoſthenes. Hipparch ſcheint von der Empfindung der Eiferſucht nicht ganz frei geweſen zu ſeyn. Er kritiſirte mit Leidenſchaft und oft ungerecht. Eudoxus verdiente der Fürſt der griechiſchen Aſtronomen genannt zu werden; einen gleichen Rang behauptete Eratoſthenes in der Geographie. Der Neid, der ſchon an und für ſich eine gehäſſige Leidenſchaft iſt, wird es noch mehr, wenn er ſich auf die Todten erſtreckt. Konnte den Stifter der erneuerten Aſtronomie etwas beneiden? Das Feuer des Genies ſcheint die Subſtanz der Seele reinigen zu müſſen, und man begreift kaum, wie eine ſo niedrige Leidenſchaft als der Neid darin Raum haben kann. Uebrigens wollen wir unſere Augen von dieſen Flecken in dem Leben eines großen Mannes wegwenden, um ſeine Vorzüge zu bewundern .Er war es der die aſtronomiſchen Beobachtungen wieder erneuerte; die Ungleichheit der Sonne wahrnahm und Tabellen darüber verfertigte; er war der Erfinder der Zeitgleichung, der Parallaxe, der Meſſung der Entfernungen, er unternahm die wahre Be-

a) Unten in der Erläut.

ſchreibung des Himmels und führte ſie aus, er war es endlich der den Grund zur Geographie und Trigonometrie legte. Die immer unpartheiiſche Geſchichte, führt ſeine Fehler nur zur Belehrung ähnlicher großer Männer an, ſie zeigt ihnen, daß das Andenken an Ungerechtigkeiten mit dem Ruhme der Talente und Entdeckungen, gleich den Sonnenflecken, die mitten in ihrem majeſtätiſchen Glanze geſehen werden, in der Tradition fortdauert.

§. 35.

Die Zwiſchenzeit zwiſchen Hipparch und Ptolemäus wird von keinem berühmten Aſtronomen ausgefüllt. Die Natur ſcheint in dieſer Zeit gleichſam geruhet zu haben. Die Arbeiten wurden keinesweges unterbrochen; die alexandriniſche Schule dauerte noch fort, die Menſchen folgten auf einander, aber ihr Geiſt war von gewöhnlicher Art. Einige haben ohne Zweifel gar nichts Nützliches geleiſtet, weil ſie vergeſſen worden ſind, und andre nur ſehr wenig. Wir wollen jetzt die merkwürdigſten Männer die dieſe drei Jahrhunderte hervorgebracht haben, durchgehen.

Geminus, der nicht lange nach Hipparch lebte, ſchrieb Elemente, d. h. er erklärte, was die andern erfunden hatten. Ein ſehr vernünftiger Gedanke über die Anordnung der Sterne im Raume verdient jedoch bemerkt zu werden. "Die höchſte Sphäre" ſagt er, "iſt die Sphäre der Fixſterne. Man muß indeß nicht „glauben, daß ſich alle Sterne auf einer Fläche befinden. „Einige ſind höher, andere niedriger. Unſer Geſicht, „das nach allen Seiten zu den Himmel reicht, kann „den Unterſchied der Entfernung nicht empfinden." Wir führen dieſen Gedanken hier an, um ſtrenge gerecht zu ſeyn. Er iſt uns zwar von Geminus aufbewahrt worden aber wir glauben, daß er dem Hipparch gehört a), der wahrſcheinlich den kriſtallnen Himmel, an welchem die Sterne befeſtigt waren und geſehen wurden, zerbrochen hat. Ptolemäus, der weniger Philoſoph war, als er, ſtellte ihn wieder her. Geminus war in Ab-

a) Oben §. 29.

ſicht der ungeheuern Entfernung der Sterne nicht ſo kühn, als Ariſtarch. Dieſer wagte es, die Sphäre der Sonne in Vergleich mit der Sphäre der Fixſterne als null anzuſehen. Geminus ſagt bloß, daß unſere Erde in Rückſicht dieſer Sphäre als ein Punkt zu betrachten ſei a): ein Beweiß von der Ausartung der alexandriniſchen Schule. Wenn große, einmal hervorgebrachte und bekannte Ideen, ſich ändern; wenn man ſie, um ſie zu verſtehen, ſchwächen muß, ſo darf man ſicher ſchlieſſen, daß der menſchliche Geiſt an innerer Kraft verloren hat.

§. 36.

Wir wollen den Theodoſius, den Verfaſſer der drei Bücher über die Sphären, der für die Aſtronomie arbeitete, inſofern er die Trigonometrie vervollkommnete und den Alexander von Epheſus, den Verfaſſer einer Beſchreibung der Erde und des Himmels in Verſen, bloß nennen, und uns zu einem Philoſophen wenden, der in dieſer Geſchichte einen ausgezeichneten Rang verdient. Dieß war der Stoiker Poſidonius und ein Freund des Cicero und Pompejus. Er war in der Aſtronomie dadurch berühmt, daß er zum zweiten male eine Meſſung des Umfangs der Erde unternommen hatte. Wir werden in dem folgenden Buche beſonders davon handeln. Dieſe Beobachtung iſt die einzige, die uns übrig geblieben iſt; allein wenn er ſie auch nicht angeſtellt hätte, ſo würden doch ſeine Meinungen hinreichend zu ſeinem Lobe ſeyn.

Poſidonius brachte ſein Leben auſſer ſeinem Vaterlande zu b). Er kam nach Rom, wo er nach dem Zeugniſſe des Cicero c) eine bewegliche und ſehr ſinnreiche Himmelskugel verfertigte. Dieſer Philoſoph hatte die Meinung des Alterthums, daß die Sterne göttliche aus der Subſtanz des ätheriſchen Feuers

a) Geminus, Cap. I. In Uranolog. p. 57.
b) Cicero Quaeſt. Tuscul. V, 37.
c) De natura Deorum, II, 34.

gebildete Körper wären, Körper, die niemals ruheten ſondern ſich kreisförmig bewegten a). Hier haben wir ein Beiſpiel von den erhabenen und philoſophiſchen Ideen, wo ſich der Verſtand von ſelbſt mit Hülfe der Analogie erhebt. Man muß nicht glauben, daß er unter der kreisförmigen Bewegung die tägliche Revolution verſtand. Die Alten kannten dieſe Bewegung nur unter dem Namen des erſten Beweglichen (primi mobilis). Sie ſtellten ſich nicht vor, daß dieſe Bewegung den Sternen ſelbſt gehörte; denn dieſe hießen ja Fixſterne, ſondern die ganze Sphäre, an welche ſie, wie die Aſtronomen, Hipparch ausgenommen, lange Zeit glaubten, angeheftet waren, bewegte ſich ihrer Meinung nach. Unſtreitig redete Poſidonius von einer jedem Sterne eigenthümlichen Bewegung, wie etwa die Bewegung, die man an dem Arktur entdeckt, und die Poſidonius ſchon ſechszehn Jahrhunderte vor dieſer Entdeckung bemerkt hat. Er ſah die Geſtirne, welche der Erde am nächſten waren, ſich in Kreiſen bewegen und ſchloß daraus, daß auch die entfernteſten Sterne, welche von derſelben Natur waren, eine Bewegung haben müßten.

§. 37.

Poſidonius richtete ſeine Aufmerkſamkeit auch auf die Erſcheinungen der ungewöhnlichen Größe der Sonne und des Mondes nahe am Horizonte. Dieſe Beobachtung war ſehr einfach und gewiß älter als er; aber die Erklärung, die er davon gab, gereicht ihm ſehr zur Ehre. Er ſchreibt dieſe Vermehrung der Größe den Dünſten der Atmoſphäre zu, welche, indem ſie die Strahlen brechen, ſie von der graden Linie ablenken und die Bilder vergrößern b). Man weiß jetzt, daß die Strahlenbrechung eine entgegengeſetzte Wirkung hervorbringt. Wären wir indeß mit der Strahlenbrechung und ihren Geſetzen unbekannt, ſo würde es immer einiges Verdienſt ſein, ſich auf die Art zu täuſchen. Er ging

a) Stanley Hiſt. philoſ. Achilles Tatius, c. 10
b) Strabo, Geographia, Libro tertio.

von einem ſehr wahren Princip aus, nämlich, daß in einem dicken und mit Dünſten angefüllten Mittel der Geſichtsſtrahl ſich von ſeinem Wege ablenkt, und zwar um ſo mehr, je größer die Dichtigkeit iſt; denn er fügte hinzu, wenn man, wie Lynceus die Sonne mitten durch die Mauern oder andere feſte Körper ſehen könnte, ſo würde ſie noch weit größer erſcheinen a). Dieſer Philoſoph bemerkte nicht, daß die beiden Strahlen, welche von den äuſſerſten Enden eines Gegenſtandes zum Auge kommen, da ſie nach einerlei Richtung und beinahe um dieſelbe Größe abweichen, die Größe dieſes Gegenſtandes nicht vermehren können. Im Gegentheil wird dieſe Größe, weil der höchſte Strahl nach der auf dem Horizont ſenkrechten Richtung weniger gebogen wird, als der andere, dadurch etwas vermindert.

Wahrſcheinlich richtete Poſidonius auf gleiche Weiſe ſeine Aufmerkſamkeit auf die Erſcheinung, die in den Neumonden und Sonnenfinſterniſſen ſtatt findet, nämlich auf das Licht, welches zuweilen auf dem Monde erſcheint und ihn ſichtbar macht, wenn er uns gleich nur ſeine dunkle Seite zukehrt. Im erſten Falle iſt dies Licht dasjenige, welches die von der Sonne erleuchtete Erde auf den Mond zurückſchickt, im letztern ſind es die Sonnenſtrahlen ſelbſt, welche in der Atmoſphäre des Mondes, oder wenigſtens nahe an ihrer Oberfläche gebrochen, bis zu uns kommen. Poſidonius ſagt, daß nicht nur der Mond, wie alle feſte Körper, deren Oberfläche bloß erleuchtet werden, von dem Sonnenlichte berührt würde, ſondern daß auch die Strahlen dieſes Geſtirns, wie durch einen dünnen und durchſichtigen Körper hindurchdrängen. Man wußte ſeit langer Zeit, daß der Mond von den Sonnenſtrahlen erleuchtet würde, die er wie ein Spiegel zurückſchickt. Man hatte alſo nicht nöthig, ihn durchſichtig anzunehmen b). Die Philoſophen machen nur Hypotheſen um Thatſachen zu erklären.

a) Cleomedes, Cyclio. Theor. Lib. II, 1.
b) Cleomedes ibidem Lib. II, 4.

§. 38.

Poſidonius hatte einige Kenntniſſe von den Erſcheinungen der Ebbe und Fluth. Das Meer ſteigt oder fällt beſtändig: es ſteigt ſechs Stunden hindurch und fällt während der ſechs nächſten Stunde um von neuen wieder zu ſteigen, und dieſe Bewegung geht in einer Zeit von etwas mehr als vier und zwanzig Stunden zweimal vor. Die Ebbe und Fluth iſt nach den verſchiedenen Jahrszeiten verſchieden. Poſidonius bemerkte, daß dieſe Erſcheinungen theils von der eigenthümlichen Bewegung des Mondes, theils auch von ſeiner Bewegung in Rückſicht der Sonne abhing. Er ſagt, daß die größten Ebben und Fluthen in den Neu- und Vollmonden, und die kleinſten in den Quadraturen eintreffen. Seiner Erzählung zufolge, hatten die Einwohner von Cadix bemerkt, daß die Fluthen in den Sonnenſolſtitien größer wären, und er vermuthet, daß ſie in den Nachtgleichen kleiner ſeyn müßten a). Die alten Sachſen und Dänen, welche dieſelben Bemerkungen gemacht hatten, richteten ihr Jahr nach den Wirkungen der Ebbe und Fluth ein. Sie bedienten ſich hauptſächlich der großen Fluth, welche auf den Vollmond der Nachtgleiche fällt b). Ihr Jahr war alſo ein Sonnen- und Mondenjahr

Poſidonius ſchätzte die Höhe der Atmoſphäre oder der Region der Wolken und der Winde auf 400 Stadien, oder neun geographiſche Meilen c). Wir werden in der Folge ſehen, daß es ſchwer iſt, die Höhe der Atmoſphäre genau zu beſtimmen; indeß iſt es merkwürdig, daß dieſe Höhe nicht ſehr von der verſchieden iſt, welche de la Hire zu ungefähr neun und zehn geographiſche Meilen aus der Krümmung des Lichtſtrahls hergeleitet hat. Es war intereſſant zu wiſſen, welcher Mittel ſich Poſidonius bediente der Wahrheit ſo

a) Strab. Geog. Lib. III.
b) Scaliger de emend. temp. L. II, p. 162.
c) Plinius, Lib. II, cap. 23.
d) Mém. Acad. des Scien. 1713. p. 61.

nahe zu kommen. Es iſt um ſo ſonderbarer, daß die neuern Aſtronomen ſich von dieſer Schätzung entfernt haben. Kepler ſchätzte die Höhe der Atmoſphäre ungefähr nur auf eine oder zwei Lieues a).

§. 39.

Nicht weniger intereſſant wäre es, zu wiſſen, wie dieſer Philoſoph die Entfernungen der Sonne und des Mondes beſtimmt hat. Er glaubte, daß die Region der Wolken von dem Monde zwei Millionen Stadien, und der Mond von der Sonne fünf hundert Millionen Stadien entfernt ſey. Dieß mit dem Erdmeſſer verglichen, den er auf 38182 Stadien beſtimmte, giebt für die Entfernung des Mondes $52\frac{1}{8}$ und für die Entfernung der Sonne 13095 Erdhalbmeſſer. Dieß ſind weder die Zahlen von Hipparch, noch von Eratoſthenes. Verlangt man keine ſehr große Genauigkeit, ſo weichen ſie, wenigſtens was die Entfernung des Mondes betrifft, nicht ſo außerordentlich von der Wahrheit ab. Die Entfernung der Sonne iſt um die Hälfte zu klein: und doch iſt ſie genauer, als ſie funfzehn Jahrhunderte nachher von Tycho angegeben wurde. Sie entſpricht einer Parallaxe von $16\frac{1}{2}$ Sekunden, einer Größe, die durch die alten Inſtrumente nicht konnte beſtimmt werden. Weder Kleomedes noch Strabo haben uns eine genaue Nachricht hinterlaſſen, auf welche Art Poſidonius zu dieſer Beſtimmung gelangt iſt; was ſie jedoch nicht würden unterlaſſen haben, wenn es das Reſultat einer Beobachtung war. Allein zu Eratoſthenes und Poſidonius Zeit hat man dieſe Beobachtung nicht anſtellen können; und will man nicht gegen alle Wahrſcheinlichkeit annehmen, daß dieſe Beſtimmungen vom Zufall herrühren, und durch eine Art von Divination eingegeben ſind, ſo gründen ſie ſich offenbar auf frühere Kenntniſſe. Sie ſind von den Beſtimmungen des Eratoſthenes verſchieden, weil ſie aus verſchiedenen Manuſcripten genommen ſind. Sie gehö-

a) Kepler, Paralip. ad Vitell. p. 129.

ren alle einem Volke, das, wie wir, mehrere Grade von Kenntniſſen gehabt hat. Gingen die Wiſſenſchaften in Europa einmal verloren, und würden einige Beſtimmungen des Tycho und Caſini zufällig aufbewahrt, ſo würden ſie, wenn ſie, nicht dieſelben Gegenſtände beträfen, doch verſchiedene Zahlen und verſchiedene Grade von Genauigkeit geben.

Poſidonius war ein Stoiker im ſtrengſten Sinne des Worts. Von den heftigſten Schmerzen des Podagras gemartert, rief er aus: O Schmerz, nie werde ich geſtehen, daß du ein Uebel ſeiſt a). Dieſe Art von Philoſophie widerſpricht freilich der geſunden Vernunft; denn der Schmerz iſt etwas eben ſo wirkliches, als das Vergnügen, und es iſt natürlich ihn zu fliehn; indeß mußte doch ein Geiſt, der geübt war ihn zu bekämpfen, eine außerordentliche Kraft erlangen, und zu den größten Unternehmen geſchickt ſeyn. Pompejus kam als Sieger des Mithridates und Aſiens zum Poſidonius; er verbot den Liktoren zu klopfen, und ließ die Faſces an der Thür des Philoſophen ablegen. Er huldigte der Tugend wie die übrigen Menſchen der Macht. Solche Beiſpiele ſind ſelten. Wäre die Tugend ſich nicht ſelbſt genug, ſo würde die Ehre, die man ihr erzeigt, ſie auf der Erde nicht fortpflanzen.

§. 40.

Kleomedes lebte nicht lange nach Poſidonius. Er hat uns den größten Theil deſſen, was wir vom Poſidonius noch beſitzen, erhalten. Er behauptete in ſeinem Buche von der Theorie der himmliſchen Körper, daß die Erde von der Sonne aus geſehen, nur ein Punkt ſey, und in der Entfernung der Sterne gar nicht würde geſehen werden können, wenn ſie auch den Glanz der Sonne hätte. Daraus ſchloß er, daß die Sterne weit größer ſeyn müßten, als die Erde. Dieſe wahre und philoſophiſche Idee iſt ein Beweis von dem Fortſchreiten der Kenntniſſe.

a) Cicero Quaeſt. Tuſcul. Lib. II, 25.

Kleomedes hatte von einer ganz außerordentlichen Erſcheinung gehört, ſie aber nie beobachtet: daß man nämlich zuweilen auf der einen Seite des Horizonts die Sonne, und auf der andern entgegengeſetzten Seite den verfinſterten Mond bemerkte. Kleomedes leugnete die Möglichkeit der Erſcheinung; er behauptete daß es in der bekannten Geſchichte der Finſterniſſe kein Beiſpiel davon gäbe. Man mußte indeß doch dieſe ſonderbaren Finſterniſſe geſehen haben, wo die beiden Geſtirne durch die Wirkung der Refraktion zugleich über dem Horizont erhaben ſind, weil Kleomedes ſich genöthigt ſah, es zu leugnen. Zur Zeit der Wiedergeburt der Aſtronomie war es natürlich, die alten Meinungen wieder zu läutern. Dieſe ſchien ein Volksirrthum zu ſeyn. Kleomedes gründete ſich auf ein ſicheres Princip; nämlich daß der Mond, wenn er verfinſtert wird, gerade der Sonne gegenüberſtehe, und um die Hälfte des Himmels von dieſem Geſtirne entfernt ſey. Sieht man den verfinſterten Mond verfinſtert über dem Horizonte, ſo muß nothwendig die Sonne unter dem Horizonte ſeyn. Alles dieß würde wahr ſeyn, wenn keine Refraktion ſtatt fände. Er widerſprach der Erklärung, die man durch die Erhöhung des Auges über der Rundung der Erde davon machte, indem er behauptete, daß die Erhöhung für dieſe Wirkung nicht zureiche; allein Kleomedes ging noch weiter, und verſuchte das Faktum, das er nicht glaubte, zu erklären. Er giebt davon zuerſt einen ziemlich ſchlechten Grund an: Das Bild der Sonne, ſagt er, das ſich ſchon unter dem Horizonte befindet, kann durch eine dichte Wolke reflektirt werden. Der zweite Grund iſt der beſte, weil er wahr iſt; der Geſichtsſtrahl, der von dem Auge ausgeht, ſtößt auf eine dicke mit Dünſten angefüllte Luft, wird gebrochen, und verfolgt die ſchon unterm Horizonte verborgene Sonne, ſo wie ein Gegenſtand, den man an den Boden eines Gefäßes gelegt hat, und nicht ſehen kann, ſichtbar wird, wenn man das Gefäß mit Waſſer anfüllt. Hier haben wir alſo offenbar die erſte Kenntniß von der Refraktion; ſie iſt eine

Folge und eine Entwickelung der Ideen des Poſidonius. Dieſer Philoſoph glaubte, daß der Lichtſtrahl, wenn er gebrochen würde, den Durchmeſſer der Geſtirne vergrößern könnte. Kleomedes ſah ein, daß er ſie erhöhete. Wir müſſen hier bemerken, daß man damals glaubte, der Geſichtsſtrahl ginge von dem Auge aus zu den Gegenſtänden, wie ſich ihnen die Hand nähert, um ſie zu betaſten. Uebrigens war die Erklärung deshalb nicht weniger gut. Sie hat das Sonderbare, daß während eine große Anzahl Phyſiker und Philoſophen, Thatſachen, die ſie beobachtet hatten, durch falſche Gründe erklärten, Kleomedes die wahre Urſache einer Erſcheinung, deren Daſein er leugnete, errieth.

§. 41.

Um Hipparchs Zeit findet man zu Rom etwas mehr aſtronomiſche Kenntniſſe. Sulpicius Gallus ſagt eine Mondfinſterniß vorher, die ſich in der Nacht vor der Schlacht, in welcher Perſeus, König von Macedonien, durch Paulus Emilius beſiegt wurde, eintrat. Dieſe unvermuthete Erſcheinung konnte die Soldaten in Schrecken ſetzen, Sulpicius verſammelte ſie, und kündigte ihnen an, daß der Mond von der zweiten bis zur vierten Stunde der Nacht verfinſtert ſeyn würde a). Die Methode war ziemlich gut, weil man durch ſie die Stunde und die Dauer der Erſcheinung vorherſagen konnte. Dieſe Vorſicht hatte ihren Nutzen, und war die Urſache des Sieges. Die Methode kam ohne Zweifel aus Aſien b); wenigſtens war ſie zu Rom fremd, Die Aſtronomie war alſo mit

a) Plinius, Lib. II, c. 12. Riccioli, Almag. Tom. I.

b) H. Freret bemerkt, Mém. Ac. Inſcr. T. XVI, p. 217. die älteſte Beobachtung des Hipparchs ſey vom Jahre 162 vor Chr. Geb.; und weil die Prophezeihung des Sulpicius Gallus im Jahre 168 geſchah, ſo waren Hipparchs Tafeln noch nicht geſchrieben. Dieſer Römer bediente ſich alſo, wie Thales, ohne Zweifel irgend einer orientaliſchen, vor Hipparch exiſtirenden Methode, die nicht zu uns gekommen iſt.

der übrigen erworbenen Beute der Welt dahin gebracht worden. Die Römer bedienten ſich einiger aſtronomiſchen Methoden, eben ſo wie ſie ihre Kabinette und Gärten mit ſchönen griechiſchen Statüen ausſchmückten, ohne jene recht zu verſtehen, und ſich zu beeifern, dieſe nachzuahmen.

Das größte Verdienſt um die Aſtronomie hatte unter den Römern Julius Cäſar; nicht nur wegen der Verbeſſerung des römiſchen Kalenders, ſondern auch wegen ſeiner Kenntniſſe in den Gründen dieſer Wiſſenſchaft. Er ſchrieb mehrere Werke dieſer Art; er beobachtete den Aufgang und Untergang der Sterne, um die meteorologiſchen Anzeigen damit zu verbinden; oder er ſammelte wenigſtens, weil er glaubte, daß er alles im Kriege gebrauchen könne, dieſe Beobachtungen von allen Orten her, und richtete zum Gebrauche ſeiner Feldzüge einen Kalender ein a).

§. 42.

Der römiſche Kalender war durch die Nachläſſigkeit und Schuld der Prieſter in die größte Unordnung gekommen. Cäſar mußte als Pontifex Maximus eine Verbeſſerung damit vornehmen. Die vom Numa eingeführte Form des Jahrs war ſo verwickelt, daß man ſich eben nicht wundern darf, wenn die Einſchaltungen von den Römern, die ſich mehr mit dem Kriege als mit den Wiſſenſchaften beſchäftigten vernachläſſigt oder ſchlecht gemacht wurden. Es iſt ſchwer dem Jahre eine einfache Form zu geben, wenn man jedesmal die Bewegungen der Sonne und des Mondes in Uebereinſtimmung bringen will.

Alexandrien war damals der einzige Sitz der Aſtronomie und der Wiſſenſchaften. Cäſar ließ den So-

a) In der Pharſalia Lib. X. v. 184 redet Cäſar auf folgende Art mit einem ägyptiſchen Prieſter:

Fama quidem generi Pharias me duxit ad urbes
Sed tamen et veſtri; media inter praelia ſemper
Stellarum coelique plagis, ſuperisque vacavi,
Nec meus Eudoxi vincetur faſtibus annus.

ſigenes, einen peripatetiſchen Philoſophen und Aſtronomen aus dieſer Stadt kommen. Soſigenes ſah, als er das Jahr des Numa und die vorgeſchriebenen Einſchaltungen unterſuchte, daß hier kein anderes Mittel zu ergreifen ſey, als das Mondenjahr aufzuheben, und das bürgerliche Jahr bloß nach dem Laufe der Sonne einzurichten. Auf die Art konnte man dem Jahre eine einfache und folglich bequeme Form geben. Er gab dem Jahre dreihundert und fünf und ſechzig Tage, und zu dem vierten Jahre fügte er immer einen Tag hinzu, um die vier Viertel, die unterdeß verſtrichen waren, mit in Rechnung zu bringen. Wir ſagen er erfand dieſe Einſchaltung, ungeachtet wir wohl wiſſen, daß ſich ihrer ſchon ſehr früh die Indier bedient haben müſſen. Die Einſchaltung eines Mondes von 30 Tagen alle hundert und vier Jahre bei den Perſern iſt gerade dieſelbe, als die Einſchaltung eines Tages alle vier Jahre. Die Aegypter bezeichneten ihr Jahr durch das Sinnbild eines Morgen Landes. Es war nach dem Aufgange des Hundsſterns eingerichtet, und jedes vierte Jahr hatte allemal einen Schalttag a). Dieſe Thatſachen haben vielleicht den Soſigenes auf den Weg geführt, allein die Sache mußte doch noch ſchwer ſeyn; es kam darauf an, Einfachheit und Genauigkeit mit einander zu verbinden. Cäſar hatte viele Mathematiker zuſammenkommen laſſen, und Soſigenes trug bei dieſer Art von Konkurrenz den Preis davon. Dieß verbeſſerte Jahr wurde das julianiſche Jahr genannt, und hatte ſeinen Namen von Cäſar, ſtatt daß es den Namen von Soſigenes, der dieſe Ehre verdiente, hätte führen ſollen. Man hat nach dieſem Jahre funfzehn Jahrhunderte die Zeit berechnet, bis Pabſt Gregor XIII. ſeinen Namen einer zweiten Reformation gab, die durchaus nothwendig war.

§. 43.

Das Jahr des Numa hatte nur 355 Tage, und

a) Geſch. der Sternk. des Alterth. S. 131, 197 und 207.

es mußten zehn Tage eingeſchaltet werden a). Soſigenes und Cäſar vertheilten ſie auf folgende Art. Zwei fügte man den Monaten Januar, Auguſt und December, die nur neun und zwanzig Tage hatten, hinzu, und nur einen den Monaten April, Junius, September und November, die ebenfalls nur neun und zwanzig hatten. Um die Verehrung der Götter der Unterwelt nicht zu verwirren, ne Deûm inferûm religio immutaretur, veränderte man den Februar gar nicht. Man ſetzte bloß den Schalttag in dieſen Monath auf den 24ſten, den ſechsten Tag vor den Kalendas; er wurde bis ſextus genannt, daher das Jahr ſeinen Namen biſſextilis hat.

Wir haben von dem Monat Auguſt geſprochen: dieſer Monat und der Monat Julius hießen zu Cäſars Zeit nicht ſo. Der erſte wurde Sextilis, der zweite Quintilis genannt. Antonius ließ nach Cäſars Tode dem Monate Quintilis, worin Cäſar geboren wurde, den Namen Julius geben, den er auch noch jetzt hat. Dem Monate Sextilis gab man den Namen Auguſt, weil alle große Thaten, die dieſer Prinz gethan, alle Vortheile, die er gewonnen hatte: Drei Triumphe, die Eroberung von Aegypten, die Tilgung der Bürgerkriege ꝛc. in dieſen Monat fielen. Dieſer für ihn glückliche Monat wurde aus Schmeichelei, auch als für die Welt glücklich angeſehn. Die Dankbarkeit der Römer heiligte nachher das, was die Schmeichelei eingeführt hatte. Hätte aber Auguſt ſeine Regierung ſo geendigt, wie er ſie anfing, hätte er nicht das Glück des Volks, über welches er die Herrſchaft an ſich geriſſen hatte, befördert, ſo würde man die auf eine ſo niederträchtige Art erbaueten Altäre zerbrochen, und die Einrichtungen zerſtört haben, die ihn bei den Menſchen wieder ins Andenken bringen konnten. Tyrannen machten nachher auf die Ehre, welche Cäſar und Auguſt erlangt hatten, ebenfalls Anſpruch.

a) Macrob. Saturn. I, 24.

Nero wollte dem Monate April ſeinen Namen geben, Commodus den ſeinigen dem Monate October. Sonderbar genug, daß nur Tyrannen dieſen Gedanken gehabt haben. Allein die Namen wurden zugleich mit ihrer Tyrannei verfolgt. Einrichtungen, die den täglichen Gebrauch betreffen, hängen von dem Willen des Volks ab, und ihre Dauer wird nur durch Liebe deſſelben beſtimmt. Sie bleiben in den Herzen der Unterthanen, wo die Tyrannen eben ſo wenig, wie ihr Andenken, eine Stelle finden.

§. 44.

Wir dürfen weder den Cicero noch den Varro in die Zahl der Aſtronomen ſetzen, wenn gleich jener das Gedicht des Aratus überſetzt, und dieſer über den Ackerbau geſchrieben hat. Beide hatten aſtronomiſche Kenntniſſe, aber als Philoſophen, nicht als Aſtronomen. Der Philoſoph will das Land, worin er wohnt, bloß kennen, der Aſtronom hingegen beſtimmt ſeine Größe und dehnt ſeine Gränzen aus. Varro muß als der erſte angeführt werden, der ſich der Finſterniſſe bedient hat, die Chronologie zu ordnen a), und es iſt billig, daß man ihm die Ehre einer nützlichen Methode zugeſteht, welche über die Verwirrung der alten Annalen einiges Licht verbreitet hat.

Unter Cäſars und Auguſts Regierung erſchienen Hygin, der die Sternbilder nach Art der Alten und weniger umſtändlich und genau als Hipparch beſchrieb; Manilius, der Sänger der Wunder des Himmels, der aſtronomiſchen Kenntniſſe und der aſtrologiſchen Träumereien: Germanicus Cäſar, der den Aratus überſetzte, und nahe am Throne, der ihm beſtimmt war, ſeine müßigen Stunden mit nützlichen Arbeiten ausfüllte: Vitruv, der ohne Aſtronom zu ſeyn, uns viele aſtronomiſche Kenntniſſe der Alten aufbewahrt hat.

a) Cenſorinus, de die natali, c 21.

Plinius und Plutarch, haben wie Vitruv, zu viel Verdienſte um die Aſtronomie, als daß wir ſie in dieſer Geſchichte übergehen könnten. Ihnen haben wir die Aufbewahrung des größten Theils der bis jetzt erzählten philoſophiſchen Meinungen zu verdanken. Es wäre zu wünſchen, daß ſie bei der Wahl in ihren Erzählungen mehr Kritik und Genauigkeit gezeigt hätten. Plinius erzählt wahre Begebenheiten, und ſolche, die gar keine Wahrſcheinlichkeit haben, auf gleiche Weiſe. Plutarchs Abhandlung von den Meinungen der Philoſophen iſt nicht ſo geſchrieben, wie ſeine übrigen Werke. Gründlich erzählt Plutarch keine Thatſache, keine Meinung, zu der er nicht eine geſunde und gründliche Beurtheilung hinzufügt; hier iſt er nicht mehr Plutarch; er zählt nur eine Reihe von ungereimten oder wahrſcheinlichen, zuſammenhängenden und unzuſammenhängenden Meinungen auf, ohne ſie weder zu loben noch zu tadeln. Wir glauben gern, daß dieſe Sammlung nur zu ſeinem eigenen Gebrauche beſtimmt geweſen iſt, und daß ſie nicht als ein ſorgfältig gearbeitetes und vollendetes Werk hat bekannt werden ſollen. Aus Eifer, alles zu erhalten, was von berühmten Männern kömmt, hat man dieſe Sammlung ſeinen übrigen Schriften beigefügt. Uebrigens hat dieſe kleine Abhandlung einen großen Werth, weil wir ſie noch beſitzen, und die Quellen, woraus Plutarch ſchöpfte, nicht mehr exiſtiren.

§. 45.

Wir dürfen den Seneka nicht vergeſſen, der in ſeinen phyſikaliſchen Unterſuchungen uns ſehr richtige Gedanken über die Natur und Bewegung der Kometen hinterlaſſen hat: er vergleicht ſie mit den Planeten und ſagt: „Die Kometen ſind ewige Werke der Natur; ſie „haben ihren Weg, den ſie durchlaufen; ſie entfernen „ſich, aber ſie hören nicht auf zu ſeyn. Giebt es gleich keinen Thierkreis für ſie, ſo iſt der Himmel allenthalben „frei, und überall iſt Raum, worin Bewegung ſtatt

„finden kann. Man kann nicht wiſſen, ob ſie regelmäßig „zurückkehren. Sie erſcheinen nur ſelten, und die Men„ſchen haben nur von fünf Planeten den Lauf beobach„ten können. Es wird die Zeit kommen, wo das Stu„dium von mehrern Jahrhunderten, Dinge, die jetzt „verborgen ſind, aufhellen wird. Man wird zeigen, „in welcher Region die Kometen umherirren, warum „ſie ſich ſo weit von den übrigen Geſtirnen entfernen, „was ihre Zahl, ihre Größe, ꝛc. iſt.“ Dieſe Art von Prophezeihung hat großes Aufſehen gemacht, allein wenn wir dem Seneka die ihm ſchuldige Gerechtigkeit wiederfahren laſſen wollen, ſo können wir weiter nichts ſagen, als er hat, wie die Aſtrologen, nach dem Ausgange prophezeiet. Sein Jahrhundert führte ihn nicht ſo weit, dieſe Ideen zu faſſen, und wie groß auch die Kraft ſeines Genies ſeyn mogte, ſo mußte er doch Data haben, und einen feſten Punkt, von wo er ausgehen konnte. Wir fragen, wo war dieſer Punkt des Seneka? Was waren die bekannten Wahrheiten, woraus er dieſe großen Schlüſſe zog? Er konnte deren weder mehr wiſſen noch vorherſehen, als die Aſtronomen. Ariſtarch, Eratoſthenes, Hipparch, Seneka's Vorgänger und Ptolemäus, der nach ihm lebte, haben es nicht der Mühe werth geachtet, von Kometen zu reden. Die Sache wird indeß gänzlich dadurch entſchieden, daß Senekas Meinung keine andere iſt, als die Meinung der Chaldäer. Seneka hat grade das wiederholt, was Diodor von Sicilien von dieſen alten Völkern ſagte. Es ſind dieſelben Ideen, durch den philoſophiſchen Geiſt erweitert und durch Beredtſamkeit verſchönert. Hat Hipparch nicht eben ſo wie Seneka von dieſer Meinung der Chaldäer unterrichtet ſeyn müſſen? Aber wer wird, wenn man zwiſchen dem Aſtronomen und Philoſophen einen billigen Ausſpruch thun will, in einer bloß aſtronomiſchen Materie für den Philoſophen entſcheiden? War nicht dieſe Wahrheit von der Dauer der Kometen und ihrer Rückkehr bei den Chaldäern offenbar eine bloße Meinung? wenigſtens ſtütz-

te ſie ſich auf keine Beobachtungen. Hipparch und Ptolemäus beurtheilten ſie als Aſtronomen, und hielten ſie für einen Volksirrthum. Sie erwieſen ihr nicht einmal die Ehre, ſie anzuführen, oder ſie zu widerlegen. Seneka betrachtete ſie als Philoſoph, er nahm ſie auf, weil er ſie groß, einer unermeßlichen Welt, und einer unendlich mannigfaltigen Natur würdig fand. Er bekümmerte ſich nicht darum, ob ſich dieſe Meinung auf Auktoritäten gründete, und eben deswegen, weil er nicht ſehr viele Kenntniſſe dieſer Art hatte, ſtand er nicht an, ſie anzunehmen. Seneka verdient unſtreitig daſſelbe Lob, als ſo viele andere griechiſche Philoſophen, die ſich die alten Meinungen zu eigen zu machen wußten; aber er hat nichts als eine ſchon gemachte Entdeckung der Nachwelt angekündigt und vorhergeſagt. Ein und dieſelben Wahrheiten kommen auf der Erde, wie die Kometen, erſt nach langen Zwiſchenzeiten wieder zum Vorſchein. Wenn unſer Jahrhundert mit Recht ſtolz darauf iſt, die Kometen unwiederruflich in den Rang der dauernden Geſtirne geſetzt, und ihre periodiſche Rückkehr bewieſen zu haben, ſo hat ein andres Jahrhundert denſelben Ruhm gehabt, und dieß Jahrhundert iſt nicht in den fünf und zwanzig Jahrhunderten der chaldäiſchen Beobachtungen begriffen. Hipparchs Stillſchweigen über dieſe ſonderbaren Himmelskörper beweiſet unwiderſprechlich, daß die Chaldäer ſie nicht beobachtet haben. Hipparch ſah dieſe Wahrheit nicht anders als unter der Larve des Vorurtheils. Sie hatte ſich eben ſo bei den Chaldäern erhalten, wie ſich bei uns die Idee von dem Einfluſſe des Mondes auf die Witterung, auf die Produkte der Erde und auf die thieriſche Oekonomie erhalten hat, eine Meinung, die ſich ſeit langer Zeit nur noch bei dem großen Haufen findet, und die einſt die Philoſophen unterſuchen werden. Glaubt man, daß dieſe Idee die Frucht der Bemerkungen unſrer unwiſſenden Voraltern iſt? Nein der große Haufe, bei dem ſich Eitelkeit und Blödſinn mit einander vereinigen, unterwirft ſich nicht den Geſtirnen, ſondern glaubt, daß

ſie bloß zu ſeiner Erleuchtung geſchaffen ſind. Dieſe alten Meinungen ſind bei uns ſelbſt die Trümmer alter Kenntniſſe, ſie ſind die Ueberreſte der in Aſien kultivirten, und auf Jahrhundert von Beobachtungen gegründeten natürlichen Aſtrologie. Die Grundſätze davon ſind von den Arabern geſammelt und durch ſie nach Europa gekommen. Einige von unſern Gelehrten, welche anfangen die Einwürkung des Mondes auf die Atmoſphäre, und ſelbſt auf den menſchlichen Körper zuzugeben, haben lange dieſe Meinung eben ſo behandelt, wie Hipparch die Meinung von der Dauer und Rückkehr der Kometen. Selbſt die Chaldäer behielten dieſe Meinung bei, ohne zu ſehr daran zu glauben; ihre Schulen waren über dieſen Punkt getheilt. Wäre es ein wiſſenſchaftlicher Punkt geweſen, daß die Kometen dauernde Geſtirne wären, ſo würden ſie ſie beobachtet, und ihre Erſcheinungen aufgezeichnet haben.

Wir fragen nun, ob man anders als durch das Reſultat von Beobachtungen auf dieſe Idee geleitet werden kann? Hevel und alle Aſtronomen, die wir bis zu Ende des letzten Jahrhunderts gehabt haben, ſelbſt der große Caſſini, haben die Kometen als Lufterſcheinungen angeſehn; und man wollte behaupten, daß die Chaldäer, die, ſo gute Beobachter ſie auch waren, über die Natur der Geſtirne und des Weltſyſtems immer nur unbeſtimmte und rohe Vorſtellungen hatten, ſich von ſelbſt und gleichſam durch Inſpiration zu dieſer Idee erhoben hätten! Dieß ſcheint uns auf keine Weiſe wahrſcheinlich; die Aſtronomen werden eben ſo wie wir darüber urtheilen. Im Gegentheil iſt dieſe erhaltene Meinung ein Beweis von einer uralten und zerſtörten Wiſſenſchaft. Sie trägt mit dazu bei, dieß große Reſultat der ganzen Geſchichte der ältern Aſtronomie zu gründen. Seneka hat dieſe Meinung zu der Zahl der Wahrheiten zurückgerufen; allein ungeachtet des Anſehns und der Beredtſamkeit dieſes Philoſophen, mußten doch ſiebenzehn Jahrhunderte hingehen; mußte Halley die Rückkehr eines Kometen vorherſagen, Clairaut dieſe Rückkehr

in weit engere Grenzen eingeſchloſſen ankündigen, und der Erfolg ihre kühnen Prophezeiungen beſtätigen, ehe dieſe Wahrheit von den Aſtronomen in ihre Rechte eingeſetzt wurde. Die Chaldäer waren in der Aufklärung nicht ſo weit wie wir; ſie müſſen alſo gebildetere Menſchen vor ſich gehabt haben.

§. 46.

Die Zeit vor Ptolemäus wird noch von einigen Aſtronomen ausgefüllt; Agrippa, Menelaus beobachteten in Bithynien und Rom Sternbedeckungen durch den Mond; Theon der ältere lebte gegen Anfang des zweiten Jahrhunderts. Der Kaiſer Claudius ſagte ſelbſt die Finſterniſſe vorher. Dieß war damals das non plus ultra der Wiſſenſchaft. Die Aſtrologie ſtand zu Rom in größerm Kredit als die wahre Aſtronomie. Man kann daraus ſchließen, daß die Römer wenigſtens in dieſer Wiſſenſchaft ſehr unwiſſend waren.

Indeß findet man doch im Geminus eine ſehr beſtimmte Unterſcheidungslinie zwiſchen der Aſtronomie und Aſtrologie a). Dieſer Aſtronom betrachtet die erſte als eine Wiſſenſchaft, deren Prophezeiungen untrüglich ſind, dahingegen die Vorherverkündigungen der letztern ſehr oft täuſchen. Jene gründet ſich auf ſichere Regeln; dieſe aber iſt einer ungewiſſen Beobachtung überlaſſen. Dieß Kapitel vom Geminus iſt intereſſant, weil wir daraus die Meinung der Philoſophen über die Vorherverkündigungen der Aſtrologie, ſelbſt der natürlichen, kennen lernen. Er hält diejenigen für Schwachköpfe, welche glauben, daß der Aufgang und Untergang der Sterne die Urſache der Winde, des Regens, und anderer Veränderungen der Athmoſphäre ſey. Die Ausdünſtungen der Erde erheben ſich nicht über die Region der Wolken, über welche noch die höchſten Berge hinausragen. Die Sterne ſind ungeheuer weit von uns entfernt, ſie können folglich keinen Einfluß auf uns haben. Geminus nimmt an, daß die Abwechſelung

a) In Uranologium, Cap. XIV, p. 55.

der Witterung von der Sonne und vom Monde herrühren. Die Sonne beſchreibt täglich ungefähr einen Grad von der Ekliptik. Man merkte alle Veränderungen an, die jeden Tag vorgingen, und folglich einem Grade der Ekliptik entſprachen; weil aber der Ort, wo ſich die Sonne befindet, nicht ſichtbar iſt, ſo bemerkte man, welche Sterne denſelben Tag auf- oder untergingen, und mit dieſen Erſcheinungen verband man die korreſpondirenden Vorherverkündigungen. Auf die Art ſind dieſe Veränderungen die Zeichen, und nicht die Urſachen der Veränderung der Atmoſphäre, und man ſah ſeit der Zeit des Geminus den Einfluß der Geſtirne als chimäriſch an. Dieſer Aſtronom beſtätigt hier, was wir in der Abhandlung über die Aſtrologie geſagt haben.

Geminus fügt hinzu, daß dieſe Vorherſagungen nicht allgemein, ſondern für jedes Klima verſchieden wären; ſo daß der Aufgang eines Sterns, der hier Regen bedeutet, an einem andern Orte Trockenheit ankündigt. Es iſt alſo keine Wirkung des Einfluſſes der Geſtirne, die ſonſt für die ganze Erde dieſelbe ſeyn würde. Da man die meteorologiſchen Beobachtungen, worauf man die rohen Kalender gegründet hatte, oft wiederholte, ſo bemerkte man, daß der Regen und die Winde nicht auf dieſelben Tage wiederkamen, und Geminus erinnert, daß die durch die Phänomene der Geſtirne angekündigten Wirkungen immer um einige Tage vor oder nach ihrer Erſcheinung ſich zeigten. Dieß war die Wirkung der Bewegung der Sterne, die Geminus nicht gekannt zu haben ſcheint. Man muß alſo, fährt Geminus fort, die Aſtrologen entſchuldigen, wenn ſie ſich irren. Die Schuld liegt nicht in ihrer Kunſt, ſondern in den ungewiſſen Beobachtungen, worauf die Vorherſagungen gegründet ſind, Deswegen hat man zu verſchiedenen natürlichen Wirkungen ſeine Zuflucht genommen, wie Aratus am Ende ſeines Gedichts erklärt. Man hat aus dem Kreiſe, den man um den Mond ſieht, dem Sternſchnuppen, dem Fluge der Vögel, ꝛc. geweiſſagt. Geminus hätte einſehen müſſen,

daß die meiſten von dieſen Zeichen eben ſo wenig Beziehung auf die Dinge, die man daraus vorherſagen wollte, haben, als die Sterne. Dieſe Zeichen ſind durchaus die Wirkungen deſſen, was man Zufall nennt, das heißt, einer Zuſammenkettung von ſo verwickelten Urſachen, daß der ewige Baumeiſter des Weltalls allein die Verbindung und den entfernten Einfluß davon einſehen kann. Der Aufgang und Untergang der Sterne iſt wenigſtens periodiſch und regelmäßig, eben ſo wie es die Witterung der Jahrszeiten ſeyn muß, wenn man auch die Periode ihrer Rückkehr nicht kennt.

§. 47.

Dieſe Abſchweifung über Geminus beweiſet, daß, wenn auch die Philoſophen über die Aſtrologie aufgeklärter dachten, als der große Haufe, ſie doch nicht ganz frei von ſeinen Irrthümern waren. Es iſt merkwürdig; der gemeine Mann glaubte an den Einfluß, der am meiſten in die Sinne fällt, und ſich am leichteſten begreifen läßt, und die Philoſophen, Geminus, Seneka a) waren der Meinung, daß die Witterung und die Begebenheiten im menſchlichen Leben durch die himmliſchen Erſcheinungen und durch gewiſſe natürliche Wirkungen angedeutet werden konnten. Dieſe Erſcheinungen waren bloß zufällige Zeichen, und wurden nur durch eine nothwendige Zuſammenſtimmung in den Begebenheiten der Welt, Vorherſagungen. Weil alles mit einander verbunden zu ſeyn ſchien, ſo glaubte man, alles könne auch vorhergeſagt werden. Die Prinzipe des Geminus führen uns wieder auf die Idee, die wir in der Abhandlung über die Aſtrologie aufgeſtellt haben; ſie iſt davon eine natürliche Folge. Verborgene und mechaniſche Urſachen legten den Grund zur Volksaſtrologie: das Syſtem, welches in dem Weltall nur ein belebtes, und in allen ſeinen Theilen ſich bewegendes Weſen ſieht; das Syſtem, welches alles durch ſucceſſive

a) Geminus, in Uranol C. XIV, p. 55. Seneca, de Conſol. ad Marciam, c. 18.

und nothwendige Bewegungen hervorbringt; mit einem Worte der Materialismus iſt die Baſis und die Quelle der philoſophiſchen Aſtrologie.

§. 48.

Cicero mag immerhin ſagen, daß mehrere berühmte Aſtronomen ſeiner Zeit, die Trüglichkeit dieſer Kunſt bezeugten a), dieſe berühmten Aſtronomen Archelaus, Caſſander, Scylax von Halicarnaß und Panätius ſind wenig bekannt, und ihr Zeugniß kann dem Zeugniſſe des Geminus nicht das Gleichgewicht halten. Man kann daraus ſchließen, daß Cicero eben ſo über die Aſtrologie, als über die Auguren ſpottete. Allein der große Haufe war von dieſer Wiſſenſchaft ganz verblendet, und man überzeugt ſich, daß ſogar die guten Köpfe getheilt waren, wenn man ſieht, daß Seneka daran glaubte, und die beiden berühmteſten Aſtrologen zur Zeit des Cicero, L. Taruntius Firmanus und P. Nigidius Figulus, Freunde deſſelben waren.

Die Aſtrologen wollten nicht nur durch den Anblick der Geſtirne im Augenblick der Geburt eines Menſchen alle Begebenheiten ſeines Lebens entdecken; ſondern ſie behaupteten ſogar das umgekehrte Problem, durch die Unterſuchung der Begebenheiten des Lebens den Augenblick der Geburt zu beſtimmen, auflöſen zu können. Dieſe Verfahrungsart beweiſet deutlich, daß die Aſtrologie die Tochter einer reellen Wiſſenſchaft war, weil ſie den Gang derſelben in ihren Verirrungen beibehielt. Die Aſtrologen unterſuchten ohne Zweifel nach ihren trüglichen Regeln, welche Aſpekten dieſes oder jenes Schickſal zur Folge gehabt hatten, und darauf berechneten ſie mit Hülfe der Aſtronomie den Tag und den Augenblick, wo dieſe Aſpekten ſtatt gefunden hatten. Plutarch b) erzählt, daß Varro vom Firmanus verlangt habe, aus den Thatſachen des Lebens von Romulus, die die römiſche Geſchichte oder Tradition erzählte, ſei-

a) De Divinat. II, 42.
b) Romulus, §. 6.

nen Geburtstag zu berechnen. Der Aſtrolog behauptete dreuſt, er ſey im erſten Jahre der zweiten Olympiade um die dritte Tagesſtunde, den drei und zwanzigſten Tag des Monats, den die Aegypter Chonas nennen, d. i. den 23. December, gezeugt, und beim Aufgange der Sonne den 21ſten Thot oder des nächſten Septembers geboren. Er beſtimmte ferner, Rom ſey den neunten Tag des Monats Pharmuti oder April gegründet worden. Man ſtellte eben ſo den Städten wie den Menſchen das Horoſkop, und aus dem Augenblicke ihrer Gründung ſagte man ihre Dauer und ihre Schickſale vorher. Wir haben dieſen Zug erzählt, um den Geiſt des Zeitalters zu ſchildern, und wir ſagen aus eben den Gründen, wie Plutarch: „Dieſe und andre ähnliche „Sachen, werden ihrer Neuheit und ihres Intereſſe we„gen hoffentlich den Leſern mehr gefallen, als ihrer Un„wahrheit wegen unangenehm ſeyn.“ Cicero a) ſagt auch, daß nach Firmanus Rom gegründet war, als der Mond im Zeichen der Wage geſtanden wäre, und daß er folglich kein Bedenken getragen hätte, das Schickſal dieſer Stadt vorherzuſagen. Allein zu Cäſars und Auguſts Zeit war dieß weiter nichts als nach dem Ausgange prophezeien.

§. 49.

Nigidius beſaß, außer ſeiner aſtrologiſchen Geſchicklichkeit, auch in der Aſtronomie Kenntniſſe, und ſtand deswegen ſehr im Rufe. Uebrigens bedeutete dieſer Ruf zu Rom, wo man ſehr wenig unterrichtet war, nicht viel. Man giebt von der Entſtehung ſeines Beinamens, Figulus (der Töpfer), einen ſehr ſonderbaren und kindiſchen Grund an. Man erzählt nämlich, er habe einſt, als der Einwurf gemacht ſey, zwei Zwillinge, die zu gleicher Zeit geboren waren, hätten doch ſehr verſchiedene Schickſale gehabt, zur Antwort gegeben, der Himmel bewege ſich ſo ſchnell, daß auch der kleinſte Zeittheil hinreichend wäre, die Erſcheinung daran

a) De Divinat. Lib. II, §. 47.

zu verändern. Um die Sache deutlich zu machen, habe er eine Töpferſcheibe ſich ſchnell herumdrehen, und einen von den Umſtehenden in einem Augenblicke zwei Zeichen darauf machen laſſen. Man habe geglaubt, ſie an einerlei Ort der Scheibe eingedrückt zu finden, als ſie aber zur Ruhe gekommen wäre, habe er gezeigt, daß die Zeichen weit von einander entfernt waren. Daher ſein Name der Töpfer a). Wir erzählen dieſe Geſchichte nicht als eine Etymologie, die Glauben verdient, ſondern um zu zeigen, wie ſich die Aſtrologen vertheidigten.

Nigidius iſt auch noch dadurch berühmt, daß er dem Octavius, dem Vater des Auguſtus, den Geburtstag ſeines Sohnes, und daß dieß Kind einſt Roms Beherrſcher ſeyn würde, vorhergeſagt hat b). Man weiß, wie dieſe Prophezeiungen den Begebenheiten angepaßt werden, wenn ſie ſich ſchon ereignet haben. Lucan c) rechnet ihn unter die Zahl derer, welche am Tage vor dem Bruche zwiſchen Cäſar und Pompejus, das künftige Unglück des römiſchen Volks vorherſagten; eine Prophezeiung, die man in dem Augenblicke eines Bürgerkrieges, und als die beiden Partheien der Welt gegen einander zu ſtreiten im Begriffe waren, ſehr leicht thun konnte. Nigidius wurde der Zauberei angeklagt; allein wenn er im Exil ſtarb, ſo war dieß nicht die Urſache davon, ſondern weil er die Parthei des Pompejus genommen hatte, und es nicht wagen durfte, nach Rom, wo Cäſar herrſchte, zurückzukehren d). Dieſe Beſchuldigung der Zauberei gehört mit unter die Zahl der Ungereimtheiten, die man Männern, welche einigen Ruhm gehabt haben, zur Laſt legt. Für einen Mann, der ohne Zweifel ſeinen Ruf verdiente, der überdieß ein Freund des Cicero war, war es ſchon genug, Aſtrolog zu ſeyn.

a) Bayle, art. Nigidius, Rem. G.
b) Ebendaſ. Rem E.
c) Phars. Lib. I, v 639.
d) Bayle, Art. Nigidius, Rem. K.

§. 50.

Es erſchienen jedoch von dem erſten Jahrhunderte der chriſtlichen Zeitrechnung an, Geſetze gegen die Aſtrologen; ſie wurden aus Rom vertrieben. Allein ſo wie die öffentliche Autorität ſie aus der Stadt verbannte, hielt ſie die Schwäche und Leichtgläubigkeit der Privatperſonen zurück. Sie trieben heimlich daſelbſt dieß für ſie gefährliche, und für das Volk traurige Handwerk fort. Einige Kaiſer ſchützten ſie, ſo hatte z. B. Tiberius einen Aſtrologen um ſich, der allen denen, die er fürchtete, die Nativität ſtellen mußte, und wenn das Geſtirn bei ihnen Ehrgeiz und Herrſchſucht anzeigte, ſo wurden ſie zum Tode verurtheilt a). Der Aſtrolog mußte durch dieß ſchreckliche Amt in großem Kredit ſtehn, und es war gefährlich, einen Mann zum Feinde zu haben, der die Sterne das Todesurtheil ſprechen ließ.

Dieſe Aſtrologen waren lange Zeit hindurch unter dem Namen Chaldäer bekannt geweſen. Als ſie ſich mehr in Kredit geſetzt hatten, bedienten ſie ſich des Titels Mathematiker. Sie erniedrigten indeß dieſen Namen, ohne ihr Gewerbe dadurch zu heben; denn die Unwiſſenheit des größten Theils dieſer Betrieger machte ſie alle lächerlich.

H. Weidler b) bemerkt: es ſey außerordentlich, daß in der blühendſten Zeit Roms, wo die Dichtkunſt, die Beredſamkeit, die Philoſophie und die Rechtsgelehrſamkeit blühte, die Aſtronomie gar nicht daſelbſt exiſtirte, oder faſt gar nicht kultivirt wurde. Die jungen Leute, welche man nach Griechenland ſchickte, ſich an der Quelle der Wiſſenſchaften und der ſchönen Künſte zu belehren, hielten es nicht der Mühe werth, dieſen intereſſanten Theil der Mathematik zu ſtudieren. Er glaubt, dieß komme von der Verachtung und dem Abſcheu, den man zu Rom gegen die Aſtrologie gehabt

a) Suetonius, Tiberius.
b) Hiſt. Aſtr. p. 164.

habe, her. Die Aſtronomie theilte ungerechter Weiſe den Widerwillen, den man gegen ihre Schweſter hegte. Sie waren ſo mit einander verbunden, daß vermuthlich die Köpfe ſowohl die Wahrheiten der einen, als die Irrthümer der andern zugleich aufnahmen. Dieſe Urſache iſt wahrſcheinlich, allein ſie findet nicht bei der Geometrie und Mechanik ſtatt, und wir bemerken nicht, daß die Römer darin größere Fortſchritte gemacht haben. Ueberdieß haben wir gezeigt, daß die Verachtung der Aſtrologie nicht ſo allgemein zu Rom war. Eine natürlichere Urſache findet man in der begränzten Entwikkelung des menſchlichen Verſtandes bei den Römern. Die Einbildungskraft regiert zuerſt; die Künſte, welche ſie hervorbringt, und die ſie angenehm macht, die Dichtkunſt, die Beredtſamkeit bezaubern und feſſeln die Gemüther. Erſt muß ſich das Blendwerk zerſtreuen, ehe man den Geſchmack an ſolchen Wahrheiten entſtehen ſieht; die ſtrengen Wiſſenſchaften werden zuletzt kultivirt. Die Römer hatten nicht Muße, dieſe verſchiednen Epochen der Entwickelung des menſchlichen Verſtandes durchzugehen. Immer in Kriege oder Intriguen verwickelt; vereinigt, die Erde zu erobern; oder getheilt, ſie zu zerſtückeln; beſtändig mit Staatsſachen beſchäfftigt, durch die Wahl oder die Vertreibung der Tyrannen beunruhigt, lernten ſie nie den ruhigen Zuſtand oder die Muße des Geiſtes kennen, deſſen ganze Thätigkeit alsdann zu den Wiſſenſchaften fortgezogen wird. Man kultivirte die Beredtſamkeit, inſofern ſie zu Würden führte. Hätte aber ein Privatmann den Ruhm in der wiſſenſchaftlichen Laufbahn geſucht, ſo würde er ihn nie gefunden, und ſeine Mitbürger würden ihn nicht einmal bemerkt haben. Dieß betrifft die Wiſſenſchaften im allgemeinen; allein man kann noch ſagen, daß die Wiſſenſchaften, welche auf Beobachtung und Erfahrung gegründet ſind, und folglich Koſten und anhaltende Arbeiten erfordern, wie das Studium des Himmels in den Republiken nie große Fortſchritte gemacht haben. Ihr Nutzen, der faſt immer von ihrer

Vollkommenheit abhängt, liegt zu weit entfernt, als daß er den großen Haufen auffallen ſollte. Dieß iſt vielleicht nicht der allgemeine Geſchmack, es iſt der Geſchmack eines Privatmannes. In einer Republik hat dieſer Mann keine andre Hülfsmittel als ſeine eigne Anſtrengung und ſein Vermögen; er rückt langſam fort, und ſtirbt, ohne andern den Wunſch, ihm nachzuahmen, eingeflößt zu haben. Iſt hingegen in einem monarchiſchen Staat dieſer Mann Fürſt, ſo wird ſein Geſchmack der Geſchmack des Volks; der königliche Aufwand ruft den Mann von Kopf, und der Impuls, den einmal die Nation erhalten hat, bereitet ihm Nachfolger vor. Dieß war in Chaldäa der Fall, wo ein Kollizium geſtiftet war, in Aegypten unter den Ptolemäern, in Italien zur Zeit Leo's X. und der Medicis; in Frankreich in den blühenden Tagen Ludwigs XIV. Allein dieſe Wiſſenſchaften konnten weder in Griechenland, noch in Rom, noch zu Carthago Fortſchritte machen.

Wir werden wieder auf die Arbeiten der alexandriniſchen Schule kommen, wenn wir von Ptolemäus reden. Vorher aber wollen wir in dem folgenden Buche die Unternehmungen der Alten in Abſicht der Erdmeſſung erzählen.

Aſtronomiſche und hiſtoriſche Erläuterungen

des dritten Abſchnitts

Von Hipparch und ſeinen Nachfolgern bis auf Ptolemäus.

§. 1.

Hipparchs erſte Beobachtungen hatten den Aufgang und Untergang der Sterne zum Gegenſtande. Es iſt uns nichts davon übrig, als was Ptolemäus in ſeinem griechiſch geſchriebenen und vom P. Petau überſetzten Kalender aufbewahrt hat a). Hipparch wird darin wegen Beobachtungen, der in den Klimaten von 13, 14 und 15 Stunden angeſtellt hat, angeführt; dieß ſind die Klimate von Meroë einer Stadt in Aethiopien, von Alexandrien und dem Helleſpont. Hipparch beobachtete am Helleſpont oder unter einer Breite von 40 bis 41 Grad; dieß iſt ungefähr die Breite von Bythinien. Man weiß, daß er zu Alexandrien beobachtete, und will man auch nicht glauben, daß er über den Wendekreis hinausgegangen ſei, um in Aethiopien Beobachtungen anzuſtellen, ſo wird man doch wenigſtens annehmen können, daß er die daſelbſt zu ſeiner Zeit angeſtellten geſammelt hat.

Er wurde bald Bythinier genannt, nach dem Namen ſeines Vaterlandes, bald Rhodier nach der Inſel, wo er einige Beobachtungen angeſtellt hatte. Man begreift kaum, wie Riccioli, durch dieſe beiden Zunamen getäuſcht, aus dem einzigen Hipparch zwei Aſtronomen gemacht hat. Aus der Rechnung der Beobachtungen, die er ihnen beilegt, findet er, daß ſie Zeitgenoſſen b) waren. Hieraus hätte er ſchon vermuthen können, daß es nur einen einzigen Hipparch gab. Wenigſtens hätte er die Beweggründe ſeiner Meinung vorbringen müſſen.

§. 2.

Nachdem Hipparch die Länge des Jahrs beſtimmt hatte, unterſuchte er die verſchiedenen Perioden, die ihm bekannt waren. Er bemerkte daß die metoniſche, die dem Kalippus zufolge in 76 Jahren um einen Tag fehlte, wenn man das Jahr zu 365¼ Tage annahm, nach ſeiner neuen Beſtimmung noch vier mal 76 oder nach 364 Jahren einen Fehler von 5 Tagen hervorbrachte; und daß die Periode von

a) Uranalogium   b) Almag. Tom. I, p. XXXVI.

Kalippus in demſelben Zeitraume, nur um einen einzigen Tag von der Bewegung der Sonne abwich. Man hätte alſo in ſechs Jahrhunderten zwei Tage zu wenig gerechnet. Dieß war nach Hipparch a) der Fehler der berühmten Periode von 600 Jahren. Wir glauben nicht, daß ſie dieſem Aſtronomen unbekannt geweſen iſt, ob man gleich gemeiniglich das Gegentheil annimmt, und wir gründen uns auf eine Stelle im Plinius, die wir ſchon angeführt haben. Plinius ſagt, daß Hipparch den Lauf der Sonne und des Mondes auf 600 Jahre vorhergeſagt habe b) Wozu dieſe Rechnung von 600 Jahren, wenn er nicht von der alten Periode Gebrauch gemacht hätte, indem er ſie durch ſeine neuen Beſtimmungen korrigirte, die er für genauer hielt? Man hat geglaubt er hätte Ephemeriden für dieſen Zeitraum geſchrieben, allein Hipparch war bei der Bearbeitung der Aſtronomie zu ſchüchtern, um eine ſolche Unternehmung zu wagen c). H. von Montucla glaubt mit Recht, daß Plinius die Sonnen- und Mondstafeln vor Augen gehabt habe, deren Genauigkeit Hipparch aus einem lobenswürdigen Mißtrauen auf 600 Jahre einſchränkte.

§. 3.

Wir ſind überzeugt, daß dieſer Aſtronom ſich nicht auf die Länge, des durch die Beobachtung der Solſtitien zu 365 Tage 5 St. 55 Min. 12 Sek. beſtimmten Jahrs würde verlaſſen haben, wenn er nicht irgend einen andern Grund gehabt hätte, ſie für gut zu halten. Eine ſehr merkwürdige Uebereinſtimmung hat uns auf dieſe Idee geführt. Die Chaldäer hatten ein Sternenjahr von 365 T. 6 St. 11′; wir haben geſehen, daß Ariſtarch es zu 365 T. 6 St. 10′ 13″ oder 49″ beſtimmte d) Als Hipparch die Bewegung der Sterne in der Länge oder das Rückwärtsgehen der Aequinoktial- und Solſtitialpunkte entdeckt hatte, ſo bemerkte er, daß man zwei Sonnenrevolutionen unterſcheiden müßte, die eine in Rückſicht auf die Sterne, welche größer iſt als 365 T. 6 St. und die man die ſideriſche nennen kann, die andere in Rückſicht auf die Nachtgleichen oder Stillſtandspunkte, welche kürzer iſt, als 365 T. 6 St. und die wir das tropiſche Jahr nennen e). Nimmt man nämlich die Sonne mit einem im Nachtgleichepunkte befindlichen Sterne in Konjunktion an, ſo wird ſie nach einem Jahre früher wieder in dieſen Nachtgleichepunkt

a) Ptolem. Almag. Lib. III, c. 2.
b) Ibid. Lib. III, c. 12.
c) M. de Montuc. Hiſt. des mat. T. I, p. 271.
d) Erläut. des 1 und 2 Abſchn. §. 10.
e) Ptolem. Almag. Lib. III, c. 2.

kommen als ſie dem Stern begegnet, der längs der Ekliptik ſich vorwärts bewegt hat. Der Unterſchied der beiden Jahre des tropiſchen und ſideriſchen iſt alſo die Zeit, welche die Sonne gebraucht den Raum zu durchlaufen, um welchen der Stern in der Länge vorgerückt iſt; dieſer Raum betrug 36″ im Jahre, weil er nach Ptolemäus und ohne Zweifel nach Hipparch in hundert Jahren einen Grad ausmachte. Wahrſcheinlich ſchloß Hipparch aus dieſem Verhältniſſe, die Möglichkeit, das eine von dieſen Jahren vermittelſt des andern zu beſtimmen. Er wählte dazu das kürzeſte von den beiden Jahren des Ariſtarch von dieſem 14′ 37″ Zeit abgezogen, welche die Sonne gebraucht 36″ des Kreiſes zu durchlaufen, gab ihm das tropiſche Jahr zu 365 T. 5 St. 55′ 36″. Durch dieſe neue Beſtimmung unterſtützt, glaubte er ſich berechtigt einiges Zutrauen auf das Jahr zu ſetzen, was er auf die Beobachtung der Solſtitien gegründet hatte und das davon wenig abweicht.

§. 4.

Es iſt zu bemerken, daß Ptolemäus, der nach Hipparch die Länge des Jahrs unterſuchte, und ſie, wie Hipparch zu 365 T. 5 St. 55′ 12″ fand, die Beobachtungen darnach geordnet zu haben ſcheint. Er würde ſonſt Hipparchs Fehler haben bemerken müſſen. Er bedient ſich der um 571 Jahr entfernten Solſtitien und der um 285 Jahre entfernten Nachtgleichen. Wir übergehen die Beſtimmung durch die Solſtitien, als zu zweifelhaft, bediente er ſich aber der Nachtgleichen, ſo konnte er, wie Hipparch, um nicht mehr als 6′ fehlen; denn dieß würde auf die beiden Beobachtungen einen Fehler von 30 St. 52′ oder auf jede ungefähr $15\frac{1}{2}$ St. vorausſetzen. Es iſt nicht glaublich, daß man ſich ſo in der Beobachtung der Nachtgleiche irren konnte. Man ſah damals von einem Tage bis zum andern einen ſehr merklichen Unterſchied in drei auf den Armillen geworfnen Schatten und wenn auch die Nachtgleiche nicht bei Tage kam, ſo mußte es doch immer möglich ſeyn, den Augenblick derſelben, wenigſtens auf 6 Stunden anzugeben. Dieſe Genauigkeit giebt Ptolemäus ſelbſt dieſer Art von Beobachtung a) Er durfte alſo nur um 3′ abweichen. Es konnte ſich zwar wie Ptolemäus bemerkt, die Lage des Aequatorealkreiſes ändern; überdieß konnte auch noch die Horizontalrefraktion, die immer veränderlich iſt, einigen Irrthum hervorbringen, indem ſie die Frühlingsnachtgleiche beſchleunigte, wenn ſie des Abends oder des Morgens eintrat. Ohne Zweifel hat Hipparch

a) Ibid

vermöge dieſer Urſache den untern Theil des Kreiſes der Armillen in einer Nachtgleiche zweimal erleuchtet geſehen. Alles dieß würde wohl zu Ptolemäus Rechtfertigung hinreichen, wenn ſein Reſultat ohne genau zu ſeyn, von Hipparchs Reſultat verſchieden wäre; aber es iſt daſſelbe, und man kann kaum umhin, zu glauben, daß Ptolemäus die Beobachtungen ſo eingerichtet hat, daß ſie mit den Beſtimmungen von Hipparch zutrafen.

§. 5.

Als Hipparch zwei Mondfinſterniſſe nahe bei der Kornähre der Jungfrau beobachtete, glaubte er zu bemerken, daß die Länge des Jahrs nicht beſtändig ſei. Nach der einen von dieſen Finſterniſſen fand er, daß der Stern um 6° 3′ der Nachtgleiche vorrückte, und nach der andern nur 5° 5′. Er ſchloß daraus, daß dieſer Unterſchied der Lage von der Sonne herrühre, deren er ſich bediente, den Ort des Sterns zu beſtimmen, und daß die Rückkehrungen dieſes Geſtirns in derſelben Entfernung von dem Fixſterne nicht in gleichen Zeiten geſchehen waren. Indeß geſtand er doch ſelbſt in ſeinem Buche von der Veränderung der Nachtgleichepunkte, daß er niemals eine Größe gefunden hätte, die beträchtlich genug war, dieſe Veränderung feſtzuſetzen. Er ſagt ferner, daß ſie niemals über drei Viertel Tag betragen hätte; dieß wäre viel: aber Ptolemäus zeigt, daß der Unterſchied nie die Gränzen der Beobachtungsfehler übertroffen hat a).

§. 6.

Bouillaud bemerkt, daß Hipparch und Adraſt (wir wiſſen nicht wer dieſer Adraſt war) die wunderbare Hypotheſe von den homocentriſchen Kreiſen aufgegeben und die excentriſchen und Epicykeln angenommen und zur Grundlage ihrer Rechnung gemacht hatten.

Es ſei (Fig. 18) ABP die Bahn der Sonne um die Erde, welche ſich in C befindet; KGS der Epicykel und die Sonne in S; während der Mittelpunkt des Epicykels A den Kreis ABP beſchreibt, beſchreibt die Sonne S den Epicykel: und zwar in gleicher Zeit. Iſt der Mittelpunkt A des Epicykels in B gekommen, ſo iſt die Sonne in D, ſie ſcheint alſo um die Größe des Bogens oder Winkels BCD weniger fortgerückt zu ſeyn, als ſie hätte thun ſollen, weil ſie ihrer gleichförmigen Bewegung nach in B nach der Richtung CB geſehen werden müßte. Iſt der Mittelpunkt des Epicykels, auf der andern

a) Ibid. Memoires de l'Academie des Sciences 1702, p. 43.

Seite in H, ſo iſt die Sonne in M und ihre Länge iſt um den Winkel MCH vermehrt, ſo wie ſie in B vermindert wurde. Nur in S und in N wird die Sonne in derſelben Richtung geſehen, wo ſie geſehen ſeyn würde, wenn ihre Geſchwindigkeit immer dieſelbe wäre; nur mit dem Unterſchiede, daß ſie in S von der Erde C um den ganzen Durchmeſſer des Epicykels entfernter iſt, als in N. In den mittlern Lagen, wenn der Mittelpunkt des Epicykels in P und die Sonne in O iſt, wird die Ungleichheit, welche abnimmt, nur durch den Winkel OCP vorgeſtellt. Offenbar kömmt es, um die Abnahmen und Zunahmen der Geſchwindigket der Sonne vorzuſtellen, nur darauf an, die Größe des Epicykels ſo zu beſtimmen, daß der Winkel BCD der größten Ungleichheit der Sonne gleich iſt. Hipparch fand, daß der Halbmeſſer dieſes Epicykels ſich zum Halbmeſſer des fortleitenden Kreiſes wie 5 zu 120 verhalten müſſe.

Er ſtellte darauf dieſe Ungleichheit durch einen excentriſchen Kreis vor.

Es ſei (Fig. 19) AEBD die Ekliptik, C der Mittelpunkt, worin ſich die Erde befindet. Es ſei HNOM der excentriſche Kreis, die Bahn der Sonne, die er gleichförmig beſchreibt. Es iſt offenbar, daß aus dem Punkte C die Sonne auf die Ekliptik AEBD bezogen den Theil DAE in einer weit kürzern Zeit zu beſchreiben ſcheinen wird, als den Theil DBE, weil er in dem erſten nur den Bogen MON von ſeiner Bahn beſchreibt, in dem zweiten aber den ganzen Bogen MHN. Man begreift, daß das Verhältniß der Ungleichheit von der Entfernung der beiden Winkelpunkte abhängt, die man die Excentricität nennt.

Er fand die Excentricität zu $2\frac{1}{2}$ Theilen, deren der Durchmeſſer 120 hielt.

Daraus folgt, daß die größte Ungleichheit der Sonne 2° 23′ betrug. Ferner war es nicht ſchwer, dieſe Ungleichheit in Beziehung auf jeden Punkt der Sonnenbahn zu vertheilen, indem man vorausſetzte, daß die gleiche Bewegung um den Punkt I mit einem in dem Punkte C befindlichen Auge geſehen wird.

Der Punkt S in dem Epicykel und der Punkt H in dem excentriſchen Kreiſe, wo die Ungleichheit null und die Sonne am weiteſten von der Erde entfernt iſt, heißt die Erdferne (Apogaeum), welchen Ptolemäus den Punkt der größten Länge nennt. Hipparch beſtimmte, daß er in 5° $\frac{1}{2}$ der Zwillinge in einer Entfernung von 24° $\frac{1}{2}$ von dem Son-

a) Ptolem. Almag. Lib. III. c. 4.

nenpunkte läge. Der Punkt N in dem Epicykel, und der Punkt O im excentriſchen Kreiſe, wo die Ungleichheit auch null aber die Sonne am nächſten bei der Erde iſt, wird die Erdnähe (Perigaeum) genannt, Ptolemäus nannte ihn den Punkt der kleinſten Länge a).

Es iſt zu bemerken, daß Ptolemäus alle dieſe Beſtimmungen als die ſeinigen giebt, aber ſie ſind von Hipparch; 1) Hipparch hatte, da er ſich immer des Orts der Sonne als eines Vergleichungspunktes bediente, worauf er den Ort des Mondes und der Sterne bezog, Tafeln nöthig, worin die Bewegungen der Sonne vorgeſtellt waren. 2) Ptolemäus kann darin keine Verbeſſerungen gemacht haben, weil er ſonſt gewiß nicht unterlaſſen haben würde, es anzuzeigen, wie er bei andern Gelegenheiten immer dafür ſorgte es zu thun. Im Gegentheil ſagt er dießmal ausdrücklich b) daß ſeine Beſtimmungen mit denen von Hipparch übereinſtimmen. Sie gehören alſo dieſem Aſtronomen

§. 7.

Wir haben zur Ehre Hipparchs bewieſen, daß er auf die Entdeckung der Zeitgleichung gerechte Anſprüche hat, ungeachtet ihn Ptolemäus nicht anführt c). Wir können nicht glauben, daß ſie dieſem geſchickten Aſtronomen entgangen ſei; und wir haben noch überdieß einen entſcheidenden Grund, den wir an ſeinem Orte ſagen werden.

Hipparch kannte die beiden Urſachen der Ungleichheit, welche ſowohl aus der ungleichen Bewegung der Sonne in der Ekliptik als aus der Schiefe dieſes Kreiſes auf dem Aequator entſpringen. Er ſagt, daß ihre Wirkungen nicht von einem Tage zum andern ähnlich ſind, ſondern daß ſie es werden, wenn man ſie eine gewiſſe Anzahl von Tagen zu einander addirt. Er hatte ſich in Abſicht der Größe dieſer Gleichung, die er zu 33′ 20″ angab, ſehr geirrt, denn ſie konnte zwiſchen der Zeit, wovon ſie abgezogen wird und der Zeit, zu welcher ſie hinzuaddirt werden ſoll, einen Unterſchied von 1 St. 6′ 40″ hervorbringen.

Die in unſern Tagen ſtreng berechnete Zeitgleichung beträgt nur ungefähr ein Drittel von dieſer Größe.

Ptolemäus ſagt, und ohne Zweifel ſpricht er es dem Hipparch nach, daß ſie bei den Beobachtungen, die Mondsbeobachtungen ausgenommen, vernachläſſigt werden könne. In der That brachte bei der erſten Bearbeitung der aſtronomiſchen Theorien, die Ungewißheit ſelbſt von einer Stunde nur 2 bis 3′ auf den Ort der Sonne und noch weniger auf

a) Ibid. c. 4. b) Ibid. c) Ibid. c. 10.

einige andere Planeten hervor; eine Größe, die ungefähr dem Beobachtungsfehler der damaligen Zeit gleich war. In Abſicht des Mondes konnte der Unterſchied auf die Länge 36′ betragen; man mußte alſo darauf Rückſicht nehmen; was auch Ptolemäus in den uns hinterlaſſenen Rechnungen wirklich thut.

Dieſe Ungleichheit der Tage würde weit größer ſein, wenn man den Tag von einem Aufgange oder von einem Untergange bis zum andern rechnet. Sie würde denn nicht mehr von der Gradenaufſteigung, ſondern von der ſchiefen Aufſteigung der Sonne abhängen. Noch eine andre Unbequemlichkeit würde daraus entſpringen. Da nämlich die ſchiefen Aufſteigungen in den verſchiednen Klimaten nicht dieſelben ſind und mit der Schiefe der Sphäre wachſen, ſo würde folglich die Gleichung nach den Breiten abwechſeln; und dieß beſtimmte Hipparch den Tag von einem Mittage zum andern zu rechnen. Hac de cauſa, ſagt Ptolemäus, diei naturalis principium non ab ortu ſolis aut occaſu, ſed a meridie conſtituimus, etc. Riccioli a) glaubt daß Hipparch den Tag um Mitternacht anfing, was auf eins hinaus kommen würde. Vielleicht hat er ſich nach dem alten Gebrauche der Aegypter richten wollen: aber weit natürlicher iſt es doch den aſtronomiſchen Tag in dem Augenblicke anzufangen, wo man die Sonne, deren Bewegung die Dauer des Tages regulirt, vorzüglich bemerkt, ein Grund, den unſtreitig Hipparch beſtimmen mußte. Hätte übrigens Ptolemäus in dieſer Hinſicht eine Veränderung gemacht, ſo würde er es gewiß angemerkt haben.

§. 8.

Hipparch fand, als er von der Unterſuchung der Bewegung der Sonne zu der Bewegung des Mondes überging, große Hülfsmittel in der Aſtronomie und in den Perioden der Chaldäer. Wir haben geſehen b), daß ihre Aſtronomen zwei Perioden hatten, eine von $6585\frac{1}{3}$ Tagen, während welcher der Mond 239 Revolutionen in Abſicht der Erdferne, 242 in Abſicht des Knotens, und 241 Revolutionen und 10° 40′ im Thierkreiſe oder in Abſicht eines Sterns machte. Die zweite Periode war die von 19756 Tagen, welche man aus der erſten durch die Multiplikation mit drei erhielt, um den Bruch eines dritten Tages zu vermeiden. Dieſe Perioden faſſen nur mittlere Revolutionen in ſich, die die Chaldäer ziemlich gut kannten c); Hipparch verglich, um ſie zu ver-

a) Almag. Tom. I. p. 34.
b) Geſch. der Sternk. des Alterth. 1 Band 5 Abſchn. §. 9.
c) Ebendaſ. 2 B. 4 Abſchn.

vollkommnen, alle Beobachtungen, die er geſammelt hatte, mit den ſeinigen, und er fand, daß in einem Zeitraume von 4267 Monaten oder von 126007 Tagen und einer Stunde der Mond 4573 Revolutionen in Abſicht ſeiner Erdferne und 4712 Revolutionen weniger 7° ½ in Abſicht des Thierkreiſes oder der Fixſterne machte. Allein dieſelben Breiten und folglich die Finſterniſſe kommen nur nach 5458 Revolutionen in Abſicht ſeines Knotens zurück. Dieß ſind dieſe langen Perioden, welchen zufolge Dominicus Caſſini ſagt a), daß Hipparch ſich ſehr alter Beobachtungen bediente. Hipparch fand noch eine Periode von 251 Monaten, während welcher der Monat 269 Revolutionen in Abſicht ſeiner Erdferne machte b).

Alles dieſes führt uns alſo auf die verſchiednen Revolutionen, wie ſie Hipparch feſtſetzte

Mondsumläufe	Nach Hipparch			Nach den Neuern		
In Rückſicht der Sonne	29T.	12S.	44′ 3″ ¼	29T.	12S.	44′ 3″ c)
— — d. Erdferne	27	13	18′ 34″ ⅔	27	13	18′ 34″
— — d. Knoten	27	5	5′ 35″ ⅘	27	5	5′ 35″
— — d. Thierkr.	27	7	43′ 13″	27	7	43′ 12″

Man ſieht daß Hipparch die mittlern Bewegungen, die er bei den Chaldäern fand d), vervollkommnet, und ſie eben ſo gut beſtimmt hat, als in unſern Tagen geſchehen iſt. Alles was wir über dieſen Punkt haben thun können war, daß wir die Alten verglichen, die eine lange Reihe von Beobachtungen hinter ſich hatten, die eben ſo wenig als irgend eine andere ähnliche Reihe, bei der Wiedererneuerung der Aſtronomie exiſtirte Man bemerke ferner, daß, ſo klein auch die Unterſchiede der von Hipparch und der in unſern Tagen beobachteten Revolutionen ſind, doch alle poſitiv; und folglich für die ſchon gut gegründete Meinung ſprechen, daß die Bewegung des Mondes beſchleunigt werde.

§. 9.

Hipparch muß nothwendig der Urheber von der Entdeckung der Parallaxe ſeyn, ungeachtet Ptolemäus es nicht ausdrücklich ſagt. Er würde nicht von den Beobachtungen des Mondes, auf welche dieſer Fehler Einfluß hatte, haben Gebrauch machen können. Man hat geſehen, daß ihm der

a) Mem. Acad. Sc. T. VIII, p. 5 et 6.
b) Almag. Lib. IV, c. 2.
c) M. de la Caille, Elemens d'aſtron. p. 306.
d) Geſch. der Sternk. des Alterth. 2 B. 4 Abſchn.

Mond dazu diente den Ort der Sterne zu beſtimmen: überdieß befindet ſich auch eine Stelle im **Plinius**, wo dieſer Schriftſteller dieſe Entdeckung ſcheint vor Augen gehabt zu haben. Poſt eos vtriusque ſideris curſum in ſexcentos annos praecinuit Hipparchus, menſes gentium, dies et horas, ac ſitus locorum et viſus populorum complexus a). Dieſe letzten Worte, ſitus locorum et viſus populorum complexus, ſcheint uns offenbar die Mondesparallaxe zu bedeuten. Ueberdieß hat uns **Achilles Tatius** b) den Titel eines Werks aufbewahrt, der das, was wir hier behaupten, beſtätigt: dieß war eine Abhandlung von den Sonnenfinſterniſſen für jedes von den ſieben Klimaten. Dieſe Finſterniſſe ſind nach den Klimaten nur durch die Parallaxe verſchieden. So unvollkommen dieß Werk auch ſeyn mogte, ſo beweiſet es doch, daß **Hipparch** der Erfinder der Parallaxe iſt, wenigſtens in Abſicht **Ptolemäus**, denn in derſelben Stelle werden zwei andre unbekannte Aſtronomen angeführt, **Orion** und **Apollinaris**. Selbſt die Ordnung dieſer Namen, in welcher er ſie anführt, **Orion**, **Apollinaris**, **Ptolemäus** und **Hipparch**, wo **Hipparch** zuletzt genannt wird, ungeachtet er vor **Ptolemäus** lebte, läßt uns glauben, daß dieſe Ordnung umgekehrt iſt, und daß **Hipparch** wirklich der erſte iſt.

§. 10.

Hipparch bedient ſich, um die Ungleichheit des Mondes vorzuſtellen, eines Epicykels. Die Aufgabe war hier etwas ſchwerer. In der Sonnentheorie hatte ihm der Unterſchied der zwiſchen den Solſtitien und Nachtgleichen verfloſſenen Zeiträume zugleich die größte Ungleichheit gegeben. Bei der gegenwärtigen Unterſuchung, gab ihm jede Finſterniß eine Größe dieſer Ungleichheit, aber er konnte nicht gewiß ſeyn, die größte beobachtet zu haben. Dieß zu erſetzen, verfuhr er dabei auf folgende Art c).

Er nahm (Fig. 20.) an, daß während der Mittelpunkt des Epicykels um die Erde T fortgeführt wurde, und in 27 T. 7 St. 43′ 13′ den Thierkreis beſchrieb, der Mond in dem Epicykel ſich fortbewegte, und zwar in der Zeit, in welcher ſich nach der Bemerkung der Chaldäer und nach ſeiner eignen Beobachtung die Ungleichheit wieder herſtellte, nämlich in 27. T. 13 St. 18′ 34″; und da er dieſe beiden Bewegungen als gleichförmig annahm, ſo konnte er die in einer beſtimmten Zeit beſchriebenen Bogen angeben. Er wählte drei Beobachtungen,

a) Lib. II, c. 12.
b) C. 19. p. 139.
c) Almag. Lib. IV, c, 6 et 11.

und nahm den Mond in A in B und in C an. Kannte er die mittlere Bewegung, ſo hatte er die Winkel ALB und BLC, welche die Größe der Bewegung des Mondes in dem Epicykel zwiſchen den beiden Beobachtungen darſtellt. Er hatte ferner durch Beobachtung die Unterſchiede zwiſchen der wahren und mittlern Bewegung für den Augenblik der drei Beobachtungen. Es mögen die Unterſchiede durch die Winkel FTA, FTB und FTC vorgeſtellt werden: er kannte die Unterſchiede ATB, CTB und die Aufgabe reduzirte ſich auf folgende. Drei unbeſtimmte Linien TA, TB, TC, welche unter einander zwei gegebene Winkel bilden, ſchneiden einen Kreis in drei Punkte: A, B, C, ſo daß die Winkel ALB, BLC gegeben ſind, man ſoll das Verhältniß des Halbmeſſers BL dieſes Kreiſes zu der Entfernung TL ſeines Mittelpunkts L von dem Punkte T finden. Man ſieht leicht ein, daß die Aufgabe beſtimmt iſt, und daß es zwiſchen BL und TL nur ein einziges Verhältniß giebt, welches den Bedingungen Genüge leiſten kann, und daß die größte Ungleichheit, wenn dieß Verhältniß beſtimmt iſt, durch den Winkel BTL gegeben wird.

§. 11.

Er verſuchte auch dieſe Ungleichheit durch einen excentriſchen Kreis vorzuſtellen. Die Aufgabe iſt ungefähr dieſelbe. Es ſeien (Fig. 21) die Winkel ACB, BCD der mittlern Bewegungen um den Mittelpunkt C gegeben, und die Winkel AEB, BED der wahren Bewegungen aus dem Punkte E geſehn, man ſoll das Verhältniß der Excentricität CE zu dem Halbmeſſer des Kreiſes CF finden.

Dieſe beiden Vorausſetzungen müſſen dieſelben Reſultate geben; aber Hipparch fehlte in der Rechnung. Er fand nach der erſten das Verhältniß $4\frac{46}{60}$ zu 60, und nach der zweiten $6\frac{15}{60}$ zu 60. Er glaubte, daß der Unterſchied der Reſultate von den Vorausſehungen herrühre a); er ſchloß folglich nach der erſtern, daß die größte Mondsgleichung 4° 34′ und nach der zweiten, daß ſie 5° 49′ ſeyn müßte. Aber Ptolemäus zeigt nachher b), daß Hipparch bei der Berechnung der Finſterniſſe, die er gewählt hatte, ſich in Abſicht der Zwiſchenzeiten, die ſie trennen, und zuweilen auch in den korreſpondirenden Oertern der Sonne, die er angenommen hatte, geirrt habe. Ptolemäus bedient ſich dabei des Unterſchiedes der wahren und der mittlern Zeit; und ein Beweiß, daß Hipparch ebenfalls davon Gebrauch gemacht hat, iſt, daß Ptolemäus nicht das Gegentheil ſagt; was er, gewiß als eine

a) Ptolem. Almag. Libro quarto cap. 11.
b) Ibidem.

Quelle des Irrthums würde angezeigt haben. Hipparch iſt alſo der Erfinder der Zeitgleichung.

§. 12.

Hipparch beſchäftigte ſich, wie wir bemerkt haben, mit den Parallaxen a). Er ſah ein, daß ſie ſich umgekehrt, wie die Entfernung des Geſtirns von der Erde verhielten. Er bemerkt ſogar, daß dieſe Parallaxen das einzige Mittel waren, dieß Verhältniß der Entfernung zu entdecken; daß man alſo die Entfernung eines Geſtirns, das keine Parallaxe hat, oder für welche die Erde nur ein Punkt iſt, nicht erfahren könne. Dieß iſt die Grundlage zu der Lehre von den Parallaxen.

Es ſey (Fig. 22.) AB die Erdkugel, L der Mond, oder irgend ein andres Geſtirn, der von dem Punkte B aus an dem geſtirnten Himmel in C und von dem Punkte A aus in D geſehen wird, ſo iſt der am Mittelpunkte des Mondes von den beiden Geſichtsſtrahlen ALD und BLC gebildete Winkel ALB die Parallaxe. Offenbar iſt dieſer Winkel deſto größer, je näher der Punkt L der Erde iſt. Man beweiſet, daß er ſich umgekehrt, wie die Entfernung LE verhält. Iſt der Mond in F, ſo iſt der Parallaxenwinkel AFB weit größer als der Winkel ALB. So wie ſich der Punkt L von der Erde entfernt, nimmt dieſer Winkel ab, und wenn er ſich unendlich weit entfernt, ſo fallen die Punkte A und B in dieſer unendlichen Entfernung geſehen, zuſammen, und die Kugel AB ſcheint nur ein Punkt zu ſeyn, und da alle Geſichtsſtrahlen AL, BL gleichſam parallel ſind, ſo machen ſie keinen merklichen Winkel mehr. Es giebt alſo keine Parallaxe, und dieſe unendliche Entfernung wird ſich dem menſchlichen Fleiße entziehen.

§. 13.

Aus allen dieſem folgt, daß wenn man die Parallaxen zweier Geſtirne hat, man auch das Verhältniß ihrer Entfernungen weiß; oder daß wenn man unter verſchiednen Umſtänden verſchiedne Parallaxen eines und deſſelben Geſtirns weiß, auch das Verhältniß der verſchiedenen Entfernungen dieſes Geſtirns bekannt iſt; oder daß umgekehrt vermittelſt des Verhältniſſes der Entfernungen, das Verhältniß der Parallaxen gegeben iſt. Hipparch ſcheint nicht weiter gegangen zu ſeyn, und das Mittel, ſie zu beobachten, nicht gekannt zu haben. Wir haben die Methode dem Ptolemäus beilegen zu müſſen geglaubt b). Weil Hipparch ſie nicht unmittelbar zu beob-

a) Oben 3. Abſchn. §. 18.
b) Unten 4. Abſchn. §. 7.

achten verſtand, ſo ſuchte er ſie, ſagt man, durch die Sonnenparallaxe a); und dieß iſt um ſo ſonderbarer, weil er ungewiß war, ob die Sonne eine Parallaxe habe. Auch waren alle Reſultate, die er erhielt, ſehr zweifelhaft. Er verſuchte die Entfernung der Sterne durch einige Konjekturen zu ſchätzen. Wir vermuthen, daß er ſich einer beinahe ähnlichen Methode bediente, wie die war, wovon Ptolemäus Gebrauch machte, und die dieſer Aſtronom ohne Zweifel vervollkommnet hat. Wahrſcheinlich war er mit ſeinen Beſtimmungen nicht zufrieden, weil ſie uns nicht aufbewahrt ſind: überdieß fehlte es ihm an einer nothwendigen Prüfung, ſein Zutrauen zu gründen; nämlich die auf dieſe Art aus der Rechnung hergeleiteten Parallaxen mit denen vergleichen zu können, die wirklich auf die Beobachtungen Einfluß haben. Allein nicht zu gedenken, daß er vielleicht die Methode, ſie zu beobachten, nicht gekannt hat, hätte ſchon die Mondstheorie hinlängliche Fortſchritte haben thun müſſen, um den wahren Ort des Mondes nach den Tafeln zu berechnen, und ihn mit ſeinem ſcheinbaren am Himmel zu vergleichen. Nun iſt die zweite Gleichung dieſes Planeten erſt von Ptolemäus entdeckt worden. Dieß war ein unüberſteigliches Hinderniß und hielt ihn ohne Zweifel auf.

§. 14.

Man bemerke wohl, daß Hipparch die Beobachtung der Durchmeſſer nicht vernachläſſigte. Er beſtimmte den Mondsdurchmeſſer zu $33\frac{1}{4}$, weil Ptolemäus ſagt, daß er ihn als den 650ſten Theil des Thierkreiſes fand b), und den Schattendurchmeſſer der Erde in den mittlern Entfernungen zwei und ein halb mal ſo groß, als den Durchmeſſer des Mondes. Dieſer Durchmeſſer von $33\frac{1}{4}$ war ohne Zweifel auch der für die mittlere Entfernung; denn, Theon zufolge c) beſtimmte er den Durchmeſſer des apogäiſchen Mondes zu 30′ und des perigäiſchen zu 35′

Ptolemäus ſagt nicht, daß er den Sonnendurchmeſſer gemeſſen hat. Es iſt jedoch nicht ſehr wahrſcheinlich, daß er es nicht ſollte gethan haben, weil er ein beſonderes zu dieſer Art von Beobachtungen beſtimmtes Inſtrument erfunden hatte. Man kann aber den Grund finden, warum die Meſſung dieſes Durchmeſſers nicht erwähnt wird. Ariſtarch hatte feſtge-

a) Almag. Lib. V, c. 2. Riccioli, Almag. Tom. I, 111.
b) Unten 4tes B. §. 10.
c) Almag. Lib. IV, c. 9.
d) Comment. in Ptolemaei Almag.

ſetzt a), daß ſich die Durchmeſſer der Sonne und des Mondes, wie ihre Entfernungen verhalten: dieß iſt von den wahren Durchmeſſern zu verſtehn und ſetzt voraus, daß die ſcheinbaren Durchmeſſer gleich waren. Ptolemäus ſagt ſelbſt, daß ſich der Durchmeſſer der Sonne nicht ändere, und daß er dem Durchmeſſer des Mondes in der größten Entfernung gleich iſt. Wahrſcheinlich iſt alſo dieſe Behauptung von Hipparch, und da man ſeit Ariſtarch anerkannt hatte, daß die ſcheinbaren Durchmeſſer dieſer beiden Geſtirne gleich wären, ſo war es genug, einen von beiden zu meſſen, oder wenigſtens das Maß des einen von beiden anzuführen. Ueberdieß ſagt Kleomedes, daß Hipparch die Sonne 150 mal größer annahm als die Erde. Er war nicht der Mann, der dieſe Meinung anders als auf Beobachtungen hätte gründen können. Proclus ſagt deutlich, daß er dieſe beiden Durchmeſſer beobachtet hätte, und daß Ptolemäus ihm darin gefolgt wäre.

§. 15.

Das von Hipparch erfundne Inſtrument wird Dioptra genannt; es beſtand aus einem von zwei vier Kubitus oder ungefähr ſieben Fuß langen Regeln gebildeten Winkel d), wovon die eine (Fig. 23) AB auf zwei andern durch eine fünfte Regel verbundne Regeln BC und AD feſt war. Die andre Regel AC war auf dem Mittelpunkte A und auf der Regel BC beweglich. In A, B und C waren drei Dioptern, und das in A befindliche Auge richtete die bewegliche Regel, bis die äußerſten Enden des Durchmeſſers des Geſtirns, jedes durch eins von den Dioptern B und C geſehen wurden e). Die Idee zu dieſem Inſtrumente gründete ſich, wie man ſieht, auf das Inſtrument, deſſen ſich Archimedes zu derſelben Unterſuchung bediente f).

Der zwiſchen den Dioptern enthaltene Zwiſchenraum BC dient ſtatt des Zylinders, und indem man zugleich durch die drei Dioptern ſieht, iſt man gewiß, daß der Winkel BAC derjenige iſt, der von den beiden Geſichtsſtrahlen gebildet wird. Dieß führt uns auf die Vermuthung, daß Hipparch vielleicht der Erfinder der Dioptern iſt. Es ſcheint gewiß zu ſeyn, daß die Dioptern zu Archimedes Zeit, d. h. 215 oder 220 Jahre vor Chr. Geb. nicht exiſtirten; denn ſonſt hätte ſie dieſer große Mann auf ſein Inſtrument angewandt, und

a) Ob. Erläut. des 1. u. 2. Abſchn. §. 12.
b) De mundo, Lib. II, c. 1. Riccioli, Almag. T. I. p. 126.
c) Hyporyp. p. 397.
d) Unten Erl. des 4ten Abſchn.
e) Proclus, Hypotyp. p. 399.
f) Oben 1ſtes Buch §. 16.

nicht die ſinnreiche Korrektion, wovon wir geredet haben, nöthig gehabt. Hipparch blühte um 168 und 129 Jahr vor C. G.; die Erfindung der Dioptern folgt alſo bald auf den Tod des Archimedes, und kann folglich Hipparchs Genie gehören. Denn wer war in dieſem Jahrhundert geſchickter, den Inſtrumenten dieſe Art von Vollkommenheit zu geben, als der Stifter der Aſtronomie?

§. 16.

Unſtreitig hat Hipparch die mittlern Bewegungen der Planeten und ihre Revolutionen gekannt. Ptolemäus führt die Beobachtungen nicht an, nach welchen dieſe Revolutionen beſtimmt ſind; und ſein Stillſchweigen in dieſer Hinſicht ſcheint uns ein Beweis zu ſeyn, daß dieſe Beſtimmungen nicht von ihm, ſondern von Hipparch ſind. Indem er die alten Beobachtungen des Erſcheinens, des Stillſtehens und Rückwärtsgehens der Planeten zuſammenſtellte, ſah er ein, daß zwiſchen zwei Erſcheinungen eines und deſſelben Planetens eine ungefähr immer gleiche Zeit verfloß, welches die Dauer ihrer Revolution in Abſicht der Sonne war. Hier folgt das Reſultat dieſer Kombinationen in Beziehung auf die fünf Planeten.

	Zahl der Umläufe	Verfloſſene Zeit			Dauer des Umlaufs		
		Jahre	Tage	Stunden	Jahre	Tage	Stunden
♄	57	59	1	18	1	13	$2\frac{1}{4}$
♃	65	70	360	5	1	33	21
♂	37	79	3	4	2	49	23
♀	5	7	362	18	1	218	22
☿	145	46	1	1		115	22

Was die andre Umlaufszeit betrifft, während welcher die Planeten den ganzen Thierkreis durchlaufen, ſo mußte man, weil man glaubte, daß Venus und Merkur, die ſich wenig von der Sonne entfernen, ſich um die Erde drehten, annehmen, daß ihre Umlaufszeiten im Thierkreiſe, der Umlaufszeit der Sonne gleich, oder grade ein Jahr war. Ptolemäus ſagt, daß Saturn in 59 Jahren 1 T. 16 St. zweimal den Thierkreis und noch 1° 45′ davon durchlief; Jupiter in 79 Jahren 360 T. 4 St. ſechsmal weniger 4° 50′; Mars in 79 Jahren 3 T. 4 St. zwei und vierzig mal und 3° 10′ a): daraus kann man zugleich die Umlaufszeit dieſer Planeten in Beziehung auf den Thierkreis herleiten, die wir mit denen, die man in den Elementen von la Caille findet, zuſammenſtellen wollen.

a) Ptolem. Almag. Libro nono, cap. 3.

	Alte Umlaufszeiten		Neuere Umlaufszeiten	
♄	10748 T.	16 St.	10759 T.	8 St.
♃	4329	7	4332	12
♂	686	23	686	$23\frac{1}{2}$

§. 17.

Man iſt jetzt ziemlich allgemein überzeugt, daß wir das im Almageſt aufbewahrte Sternverzeichniß dem **Hipparch** zu verdanken haben, und daß **Ptolemäus**, wie er ſelbſt ſagt a) nur zu den von dieſem Aſtronomen beobachteten Lagen, die 2° 40′ Unterſchied, die ſich zwiſchen dieſen Lagen und den ſeinigen fanden, hinzugefügt hat. **Ptolemäus** ſpricht freilich ſo, als wenn er alles bloß nach ſeinen Beobachtungen gethan hat. Er ſagt bloß, daß er etwas in den Figuren der Sternbilder der Alten geändert habe, wie dieſe in Abſicht ihrer Vorgänger verfahren waren. Formationibus quoque ipſis per ſingulas ſtellas non iisdem penitus (quibus et priſci) utimur, ſicut neque illi antiquiſſimorum, qui ante ipſos fuerunt b). Dieß beweiſet, um es im Vorbeigehen zu ſagen, wie viele Veränderungen die Figuren der Sternbilder durch die Folge der Zeiten gelitten haben. Priſci ſind ohne Zweifel die erſten Aſtronomen von Alexandrien, oder vielleicht die Chaldäer, welche mit der Sphäre, die ſie von den antiquiſſimis erhalten hatten, Veränderungen vorgenommen haben. Uebrigens muß man nicht immer dem **Ptolemäus** auf ſein Wort glauben. Man kann beweiſen, daß er ſich in ſeinen Almageſt viele Dinge zugeeignet hat, die ihm nicht gehörten. Man ſieht, daß **Hipparch** ſich zur Zeit des **Plinius**, der 50 oder 60 Jahre vor **Ptolemäus** lebte, durch die Aufzählung der Sterne berühmt gemacht hatte; daß **Hipparch** darin durch Umſtände bezeichnet iſt, die ihn charakteriſiren; wir geben ſie daher ihrem wahren Verfaſſer zurück.

Ulug-Beigh, der der Quelle näher war, als wir, legte dem **Ptolemäus** die Beſchreibung des Himmels nicht bei. Ante Ptolemaeum obſervatae fixae 1022, quas Ptolemaeus in ſuum Almageſtum retulit c). Dieß war wenigſtens die Meinung der damaligen Zeit. Der Kommentar über den **Aratus**, der unrichtig dem **Eratoſthenes** zugeſchrieben wird, ſagt, daß **Hipparch** 1080 Sterne zählte d).

a) Ibid. Lib. VII, c. 5.
b) Ibid.
c) Vorrede zu den Tafeln des **Ulug-Beigh**.
d) In Uranologium p. 162.

§. 18.

Es gehört unter die fabelhaften Erzählungen, was Scaliger a) von einem alten gänzlich unbekannten Chryſippus ſagt, daß er die Sterne vor Hipparch zählte und ihre Anzahl zu 1058 gefunden habe. Scaliger führt keine Auktorität an b). Plinius bemerkt, daß die Alten 1600 Sterne in den 72 Sternbildern, worin der Himmel abgetheilt war, zählte. Dieſe Zahl, welche weit größer iſt, als die Zahl der Fixſterne im Almageſt, iſt ſehr merkwürdig; wir können hierüber nichts poſitives ausmachen. Vielleicht war es eine alte Tradition irgend einer Aufzählung der Fixſterne, die in den entfernten Zeiten und unter einem ſehr heitern Himmel angeſtellt war, um eine größre Anzahl derſelben zu unterſcheiden. Hipparch, der alles aus Beobachtungen beſtimmte, nahm auf Traditionen keine Rückſicht. Vielleicht war auch Plinius Angabe in dieſer Stelle nur eine Schätzung. Er wußte: daß Hipparch zu Alexandrien nicht den ganzen Himmel ſehen konnte: er hat dabei noch mehr vorausgeſetzt, um den Theil des Himmels, der nicht bekannt war, mit darin einzuſchließen; Indeß iſt der Unterſchied zwiſchen 1022 und 1600 doch immer ſehr beträchtlich.

§. 19.

Das ptolemäiſche Sternverzeichniß enthält 48 Sternbilder; das von Hipparch ſcheint 49 zu enthalten. Plinius c) giebt die Zahl der Sternbilder auf 72 an. In dieſer Stelle des Plinius hat man einen Fehler zu finden geglaubt b). Scaligers Korrektion iſt wegen einer ſehr natürlichen Betrachtung ſogleich verdächtig. Plinius zählt 1600 Sterne, Ptolemäus 1022; und da ſie nicht in der Zahl der Sterne übereinſtimmen, ſo iſt es nicht zu verwundern, daß ſie in Abſicht der Zahl der Sternbilder nicht zuſammentreffen. Ueberdieß ſehen wir keine Nothwendigkeit, den Text zu ändern, da ſich die Sache auf eine einfache Art erklären läßt. Die alten Chaldäer theilten den Himmel in 36 Sternbilder e) und nach einer andern Eintheilung ſcheint man deren 48 angenommen zu haben. Dieſe hat uns Ptolemäus zurückgelaſſen, ſie mag nun den alten Aegyptern oder Hipparch ſelbſt gehören. Aber dieſe alten Aegypter theilten

a) Noten zu Manilius. p. 62.
b) Lib. II. c. 44.
c) Ibid.
d) Scaliger, Noten zum Manil., p. 62.
e) Geſch. der Sternk. des Alterth. 1 B. 4. Abſchn.

jedes Sternbild des Thierkreiſes in drei Decani a); ſie zählten deren 36 ſtatt 12, und 36 außerhalb des Thierkreiſes machten die 72, deren Plinius erwähnt. Da dieſe Decani Unterabtheilungen waren, ſo haben weder Hipparch noch Ptolemäus es für zweckmäßig gehalten, ſie unter die Zahl der Sternbilder zu begreifen. Hipparch zählt eins mehr, dieß war das Haupthaar der Berenice, ein damals neues und von Konon eingeführtes Sternbild.

Hier folgen die Sternbilder von Hipparch, ſo wie man ſie im Geminus findet b).

Ein und zwanzig nordlich über der Ekliptik, der große Bär, der kleine Bär, der Drache, der Bärenhüter oder Bootes, die nordliche Krone, Herkules, der Schlangenträger oder Ophiochus, die Schlange, die Leier, der Schwan, der Pfeil, der Adler, der Delphin, das Pferd, Cepheus, Caſſiopäa, Andromeda, Perſeus, der Fuhrmann, der Triangel oder das Delta und das Haupthaar der Berenice.

Zwölf in der Ekliptik: der Widder, der Stier, die Zwillinge, der Krebs, der Löwe, die Jungfrau, die Wage, der Scorpion, der Schütze, der Steinbock, der Waſſermann, die Fiſche.

Sechszehn ſüdlich: der Wallfiſch, Orion, der Haaſe, der Fluß, welcher aus der Urne des Waſſermanns kommt, der Orions-Fluß oder der Eridamus, der große Hund, der kleine Hund, das Schiff, die Waſſerſchlange, der Becher, der Rabe, der Centaur, der Wolf oder nach Hipparch, die Lanze, welche der Centaur hält, das Rauchfaß oder der Altar, die ſüdliche Krone, auch Uraniscul genannt und nach Hipparch der Heroldsſtab und der ſüdliche Fiſch. In den beiden Planiſphären, die wir haben ſtehen laſſen, findet man 23 nördliche Sternbilder, weil Tycho den Antinous und das Haupthaar der Berenice, die in dem Verzeichniſſe des Ptolemäus keine beſondre Sternbilder ausmachen, wieder an ihre Stellen ſetzte. In der ſüdlichen Hemiſphäre findet man 44 Sternbilder: nämlich die 15 von Hipparch verbunden mit den neuern und dem Fluſſe, der aus der Urne des Waſſermanns fließt mit dem Waſſermanne ſelbſt. Als man vor zweihundert Jahren über den Aequator hinaus gegen den Südpol zu ſegelte, entdeckte man ganz neue den Alten unbekannte Sterne, die Seefahrer bildeten daraus zwölf Sternbilder, welche die Aſtronomen beibehalten haben: nämlich der Indianer, der Kra-

a) Ebendaſ. 1. B. 5. Abſchn. u. 2. B. 6. Abſchn.
b) Cap. II.

nich, der Phönix, die Fliege, der ſüdliche Triangel, der Paradiesvogel, der Pfau, die amerikaniſche Gans, (Toucan) die Waſſerſchlange, der Schwerdtfiſch (Dorado), der fliegende Fiſch, der Chameleon; dieſe Sternbilder wurden zum Theil von Americus Veſputius beobachtet. Nach der Hand fügte man noch die Taube Noas und das Kreuz hinzu. Halley ſetzte auch zum Andenken der Eiche, welche Karl den zweiten gerettet hatte, Karls Eiche an den Himmel. Da endlich aller dieſer Sternbilder ungeachtet noch große leere Plätze am Himmel übrig waren; ſo erfand der Abbe' de la Caille, der dieſen für uns unſichtbaren Theil des Himmels mit ſo vieler Sorgfalt beſchrieben hat, und ein Recht hatte, daran die nothwendigen Neuerungen vorzunehmen, noch vierzehn neue Sternbilder, die er den Inſtrumenten der Künſte widmete: 1. die Bildhauerwerkſtatt, 2. der chemiſche Ofen mit dem Helm und dem Recipienten, 3. der Ofen, 4. das rhomboidiſche Netz, 5. der Grabſtichel, 6. die Staffelei, 7. der Kompaß, 8. die Luftpumpe, 9. der Oktant, 10. der Zirkel (das Inſtrument), 11. das Winkelmaß und das Lineal, 12. das Fernrohr, 13. das Mikroſkop, 14. der Tafelberg (ein Berg auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung). Man zählt noch einige andre Sternbilder, die aber nicht allgemein angenommen ſind; H. de la Lande hat ſie in ſeiner Aſtronomie angezeigt a). Vielleicht werden wir noch bei Gelegenheit der Aſtronomen, die ſie vorgeſchlagen haben, davon reden.

§. 20.

Man behauptet, daß vor den alexandriniſchen Aſtronomen, der Scorpion im Thierkreiſe den Raum von zwei Zeichen eingenommen habe, und in allem nur eilf Sternbilder im Thierkreiſe geweſen wären. Dieſe Meinung gründet ſich auf einige Stellen des Aratus, Hygin, Ovid und Martianus, Capella. Dieſer letztere ſagt ausdrücklich, daß es nur eilf Sternbilder gebe, daß aber der Thierkreis in 12 Theile getheilt ſei, und der Skorpion davon einen Theil mit ſeinem Körper einnähme und den Raum, der das Zeichen der Wage macht, mit ſeinen Scheren ausfüllte b). Wir wiſſen nicht, aus welcher Urſache dieſe Veränderung mit den Zeichen des Thierkreiſes, die urſprünglich auf die Zahl zwölf beſtimmt waren, vorgenommen iſt. Das Sternbild der Scheren des

a) M. de la Lande, Aſtronomie, art. 714 et 715.
b) In nuptiis Philolog. Lib. VIII, p. 282. Riccioli, Almag. Tom. I, p. 401.

Scorpions führt in den meiſten alten Sprachen, in der perſiſchen, in der arabiſchen, in der ſyriſchen und in der hebräiſchen, den Namen der Wage; und ſeit dem höchſten Alterthume war der Thierkreis bei den Chaldäern, Perſern a) und den Indiern b) in 12 Zeichen oder Sternbilder eingetheilt. Vielleicht iſt die Unwiſſenheit der ägyptiſchen Prieſter und das Geheimnißvolle, was ſie in ihren Erklärungen affektirten die Urſachen dieſer Neuerung geweſen. Die Wage mogte in einigen Beſchreibungen ausgelaſſen ſeyn, und man ſah ſich genöthigt, das Sternbild des Scorpions auszudehnen, und indem man ihm zwei Zeichen einräumte, eins derſelben von den Scheren einnehmen zu laſſen. Hipparch durch die chaldäiſchen Kenntniſſe in der alten Aſtronomie beſſer unterrichtet, hat vermuthlich dadurch, daß er die Wage wieder an den Himmel ſetzte, alles wieder in ſeinen urſprünglichen Zuſtand zurückgebracht. Der alte Gebrauch hat jedoch noch einige Zeit gedauert, und dieß Zeichen hat die beiden Namen behalten; ſo daß man die beiden ſchönſten Sterne dieſes Bildes auf gleiche Weiſe die Schalen der Wage und die Scheren des Scorpion genannt hat.

§. 21.

Halley glaubte, daß der Unterſchied, den Hipparch zwiſchen der Sphäre von Eudoxus und der ſeinigen bemerkte, ihn auf die Entdeckung der fortſchreitenden Bewegung der Sterne hätte leiten können; allein er würde 1) ſeinen Kommentar über den Aratus nicht geſchrieben und den Eudoxus ſo bitter kritiſirt haben, wenn er damals vermuthet hätte, daß die Unterſchiede der beiden Sphären von einer den Sternen eignen Bewegung herrührten, und wirft man 2) ein, daß er dieſe Entdeckung erſt lange nachher gemacht habe, nachdem er ſeinen Kommentar geſchrieben hatte, wie dieß gewiß der Fall iſt, ſo kann man antworten, daß wenn dieſe Entdeckung durch die Vergleichung der beiden Sphären gemacht worden wäre, er die Bewegung der Fixſterne von einem Grade in hundert Jahren nicht würde hergeleitet haben, ſelbſt wenn er dieſe Sphäre mit frühern Zeiten als die des Eudoxus, doch mit den Zeiten des Chiron, verglich; denn ſeit Chiron bis auf Hipparch waren nur ungefähr 1200 Jahre verfloſſen und er würde 15° bis 16° Unterſchied in der Länge der Sterne gefunden haben. Dieß hätte ihm ungefähr einen Grad in 75 Jahren gegeben. Ueberdieß wäre dieſe Veränderung von 15 bis 16° beträchtlich genug geweſen, um die Frage völlig zu entſcheiden; da doch ſelbſt Hipparch an der Bewegung

a) Geſch. der Sternk. des Alterth. 2 B. 5 Abſchn.
b) Ibid. p. 487.

zweifelte, die er entdeckt hatte. Er trug ſie mit Zurückhaltung vor, und glaubte, daß mehr Zeit dazu gehöre ſich davon zu vergewiſſern a). Nichts beweiſet beſſer, daß er ſelbſt als er die Bewegung der Sterne entdeckte, die Unterſchiede, die ſich zwiſchen ſeiner Sphäre und der von Eudoxus fanden, als eben ſo viel Fehler dieſes Aſtronomen anſah.

H. du Tems b) ſagt, ein gewiſſer von Plato angeführter c) Timäus von Lokris ſcheine ſchon vor Hipparch die Bewegung der Sterne in der Länge gekannt zu haben. Die Ueberſetzung der griechiſchen Stelle iſt folgende. Ea vero, quae ad motum alterius pertinent, intra ab occidente ad orientem reuertuntur, et peculiari motu mouentur. Dieſer Philoſoph konnte dieſen Gedanken aus Aſien haben, wo er lange vor der alexandriniſchen Schule exiſtirte. Allein Hipparch hat darum nicht weniger die Entdeckung gemacht; man ſieht aus der Folge ſeiner Ideen, daß der Gedanke von der Bewegung der Fixſterne ihm nicht iſt mitgetheilt worden.

Da zwiſchen Hipparchs und Timochares Beobachtungen ungefähr 155 Jahre verfloſſen waren, ſo hätte er daraus ſchließen können, daß die Bewegung der Sterne in 77 Jahren einen Grad betrug, wie H. Caſſini bemerkt; was genauer würde geweſen ſein als die nachher von Ptolemäus feſtgeſetzte Bewegung, aber Hipparch war vorſichtig und übereilte ſich in ſeinen Beſtimmungen nicht.

§. 22.

Man könnte zweifeln, ob die Veränderung in der Art den Ort der Sterne zu beſtimmen, indem man ihn auf die Ekliptik und nicht mehr auf den Aequator bezieht dem Hipparch vorzugsweiſe vor Ptolemäus gehört, wenn man nicht ſähe, daß Geminus, der 60 Jahre nach Hipparch lebte, wenn er von der Eintheilung des Thierkreiſes in 12 Zeichen oder gleiche Theile ſpricht, die Zeichen von den Sternbildern oder Dodekatemorien unterſcheidet. Es erhellet alſo deutlich, daß dieſe Zeichen gleiche Zwiſchenräume waren, die dazu dienten, die Entfernungen in der Länge zu meſſen d). Will man indeß dieß für keinen ſehr gültigen Beweis annehmen, ſo findet man ferner, daß derſelbe Geminus weiter unten ſagt, die nördlichen Sternbilder ſeien diejenigen, welche über dem

a) Almag. Lib. VII, c. 1.

b) Recherches ſur l'origine des découvertes attribuées aux modernes, T. II, p. 159.

c) Timaeus Locrenſis, de anima mundi, in editioue Platonis, verſione Serrani, T. III, p. 96.

d) Geminus, c. 1.

Thierkreiſe um die beiden Bären herum liegen, und die ſüdliche, welche ſich gegen Mittag vom Thierkreiſe entfernen a). Er macht alſo den Thierkreis oder die Ekliptik zum Centrum dieſer Eintheilung, woraus man ſchließen muß, daß er die Sternbilder oder die Sterne auf dieſen Kreis bezog.

§. 23.

Hipparch beſchäftigte ſich mit der Beſtimmung des Umfangs der Erde; er unterſuchte die von Eratoſthenes, und er fügte, ſagt Plinius b), etwas weniger als 25000 Stadien zu derſelben hinzu. Man ſagt uns nicht, was ihn beſtimmte, eine ſo beträchtliche Korrektion vorzunehmen. Wir haben geſehen c), daß es eine andere Erdmeſſung von 300000 Stadien gab, wovon man die Epoche nicht anführt: die aber, wie wir glauben jünger iſt, als dieſer Aſtronom. Sollte ſie jedoch älter ſeyn, ſo glaube man ja nicht, daß dieſer geſchickte Mann zwiſchen dieſen beiden Beſtimmungen der einen von 300000 und der andern von 250000 Stadien habe das Mittel nehmen wollen. Die beiden Fehler, welche wir in der Meſſung des Eratoſthenes angezeigt haben, zweckten darauf ab, ſie zu verändern und nicht ſie zu vermehren. Hipparch muß alſo durch andere Mittel, als die von Eratoſthenes, darauf gekommen ſeyn, den Umfang der Erde auf etwas weniger als 275000 Stadien feſtzuſetzen. Weil man uns nichts weiter über dieſen Gegenſtand ſagt, ſo wollen wir das Fehlende durch eine Konjektur zu erſetzen ſuchen. Zu Syene in Oberägypten und 150 Stadien in der Runde, werfen, wie wir ſchon bemerkt haben, die Körper am Tage des Sonnenſtillſtands keinen Schatten. Daraus folgt, daß der Raum von 300 Stadien auf der Erde dem Raume entſpricht, den der Sonnendurchmeſſer am Himmel einnimmt; und dieſe glückliche Bemerkung, die uns des Genies des Hipparchs ſehr würdig zu ſeyn ſcheint, giebt ein Mittel die Erde zu meſſen. Er hatte nämlich den Durchmeſſer der Sonne zu 30′ d) oder den 720ſten Theil des Kreiſes beſtimmt. Multiplicirte er nun 720 durch 300, ſo hatte er den Umfang der Erde zu 216000 Stadien. Allein aus Gründen, die wir nicht wiſſen, und deren Kenntniß auch nicht ſehr wichtig iſt, hielt er es nicht für zweckmäßig, ſich derſelben Stadie, wie Eratoſthenes, zu bedienen, ſondern er gebrauchte eine andere Stadie, die wir zu 68 Toiſen 2 Fuß, 10 Zoll, 560 gefunden haben e) welche ſich zu der von Eratoſthenes wie 4 zu 5 verhält.

a) Ibidem, c. 2. b) Geminus, Lib. II, p. 108.
c) Unten 4 Abſchn. § 2. d) Oben 3 Abſchn. §. 21.
e) Unten Erläut. des 4. Abſchn.

Der Umfang der Erde beträgt alſo 270000 Stadien, er ſetzte ihn auf etwas weniger als 275000, weil er ohne Zweifel den von Schatten freien Raum um Syene maß oder meſſen ließ. Plinius, Kleomedes a) und Pauſanias haben ihn uns zu 300 Stadien angegeben; allein gewiß nicht auf eine ſtrenge Genauigkeit Anſpruch gemacht. Hipparch, der eine genaue Beſtimmung machen wollte, wird mehr Sorgfalt darauf gewandt haben; er wird ihn vielleicht zu 305 oder 306 Stadien gefunden haben, die ihm 275000 Stadien für den Umfang der Erde gaben. Der Grad beträgt alſo 52311 Toiſen, und wenn man die erſte den Chaldäern zugeſchriebne Meſſung b) ausnimmt, ſo iſt die von Hipparch die ſchlechteſte von allen, obgleich ſeine Methode ſinnreich und aſtronomiſch war. Dieß iſt die Idee, welche J. Mazzoni wieder erneuerte; er beſtimmte auf die Art den Grad zu 625 Stadien c), die, wenn ſie alexandriniſche Stadien wären, wie Riccioli annimmt d) einen ungeheuern Grad geben würden. Die Alten wie Plinius, Plutarch, Kleomedes, ꝛc. achteten nicht auf die Größe der Stadien und wußten ſie nicht zu unterſcheiden. Alles wird durch die Verhältniſſe, die wir zwiſchen den Stadien feſtgeſetzt haben e) deutlich und läßt ſich leucht erklären. Dieſe Verſchiedenheit der Stadien iſt nicht merkwürdiger als die Verſchiedenheit der neuern italieneſchen Meilen f).

H. d'Anville g) nimmt an, die Korrektion von Hipparch ſei bloß geographiſch. Die Entfernungen auf der Erde ſind niemals grade Linien; ſie bedürfen folglich einer Reduktion, die immer etwas willkührlich iſt; aber von der Erfahrung der Geographen geleitet wird. H. d'Anville ſetzt voraus, daß die Entfernung von Syene bis Alexandrien 6250 Stadien betrug, und daß Eratoſthenes ſie um ein Fünftheil abkürzte um die wahre Entfernung zu erhalten. Die arabiſchen Aſtronomen bedienten ſich, wie er bemerkt, dieſer Reduktion. Auf die Art iſt die Entfernung auf 5000 Stadien reduzirt. H. d'Anville findet, daß die Reduktion nur ein Achtheil betragen müßte, und er glaubt, Hipparch habe dieſe Reduktion zur Abſicht gehabt. Zieht man nämlich ein Achtheil von 6250 ab, ſo bleiben 5469 Stadien, was ungefähr ein Zehntheil mehr beträgt, als Eratoſthenes angenommen hatte, und Hipparch kann veranlaßt haben, ein Zehntheil

a) Cleomedes, Cyclis. Theor. Lib. II, cap. 1.
b) Geſch. der Sternk. des Alterth. 1 B. 176 S.
c) Riccioli Almag. Tom. I, p. 61.
d) Idem, Geog. Lib. V, c. 1. e) Unten 4ter Abſchn.
f) Riccioli, Almag. Tom. I, p. 62. Geog. Lib. II, c. 8.
g) Mem. Acad. Inſcript. T. XXVI, p. 91.

zu der von dieſem Aſtronomen veranſtalteten Erdmeſſung hinzu-zufügen. Die Leſer mögen zwiſchen dieſen beiden Konjekturen entſcheiden, wovon die eine vorausſetzt, daß die Korrektion aſtronomiſch und die andre, daß ſie geographiſch war. Uebrigens dürfen wir nicht verheelen, daß die von Hipparch mit der Meſſung des Eratoſthenes vorgenommne Korrektion ſich nur auf die Auktorität von Plinius gründet. Strabo a) ſcheint im Gegentheil zu ſagen, daß Hipparch und Eratoſthenes in dieſer Meſſung übereinſtimmten. Strabo hatte beider Werke ganz vorzüglich ſtudirt, und man kann ihm daher mehr glauben als Plinius. Dieß wäre nicht das erſte Faktum, daß der Naturforſcher leichtſinnig behauptet hatte.

§. 24.

Die Werke, welche Hipparch geſchrieben hatte, waren ſehr zahlreich b). Abhandlungen: 1) über die Größe des Jahrs c) 2) über das Rückwärtsgehen der Aequinoktial- und Solſtitialpunkte d). Ueber die Größe und Entfernung der Sonne und des Mondes. 4) Ueber die Aufſteigung der 12 Zeichen. 5) Ueber die monatliche Revolution des Mondes. 6) Ueber die Schaltmonate, worin er die kalippiſche Periode korrigirte e). 7) Eine Abhandlung über die Sonnenfinſterniſſe für jedes der ſieben Klimate f). Man muß aber wohl bemerken, daß wenn Achilles Tatius den Hipparch und Ptolemäus citirt, er zwei gänzlich unbekannte Aſtronomen den Orion und Apollonius anführt. Hipparch war ohne Zweifel der erſte, aber nicht der einzige, der ſich mit der Parallaxe beſchäftigt hat. 8) Die Beobachtungen der Länge der Sterne. 9) Die Kommentare über die Phänomene des Aratus und Eudoxus in drei Büchern. Dieß Werk iſt das einzige, das bis auf uns gekommen iſt; man findet es in dem Uranologium vom P. Petau; es iſt heutzutage wenig intereſſant. Man muß ſich beim Leſen deſſelben erinnern, daß Hipparch als er es ſchrieb, die Bewegung der Fixſterne nicht kannte, und der größte Theil der Fehler, die er rügt, von dieſer Bewegung herrühren. 10) Eine Kritik der Geographie des Eratoſthenes und beſonders ſeiner Erdmeſſung. 11) Theon citirt ein Werk von Hipparch in zwölf Büchern über die Sehnen Kreisbogen; denn bekanntlich bedienten ſich die Alten der Sehnen der doppelten Bögen ſtatt der Senus,

a) Strabo, L. II, p. 113 edit. de 1620. Paris Mem. Acad. Inſc. Tom. XXIV, p. 514.
b) Fabricius, Bibliot. graec. Lib. III, Weidler p. 143.
c) Almag. Lib. VII, c. 2. d) Ibid.
e) Suidas in Hipparcho. f) Achilles Tatius, c. 19. p. 139.

die heut zu tage im Gebrauche ſind. Was Ptolemäus uns in dem erſten Buche des Almageſts aufbewahrt hat, gehört ohne Zweifel dem Hipparch, aber dieß iſt wenig und nur ein kleiner Auszug aus dem Werke dieſes großen Mannes.

§. 25.

Geminus folgte bald auf Hipparch. Man vermuthet, daß er zu Rhodus geboren ſei, weil er mehrere male das Klima dieſer Stadt anführt. Der Pater Petau glaubt, daß er zu Rom gelebt habe, und der Name Geminus von irgend einer römiſchen Familie herkomme, wovon er ein Freigelaſſener oder wenigſtens ein Klient war a). Daſelbſt hatte er ſeinen Kommentar über den Aratus oder vielmehr ſeine aſtronomiſchen Anfangsgründe geſchrieben. Er giebt darin eine Erklärung von der Sphäre, und iſt der erſte, der die Aſtronomie auf eine methodiſche und elementariſche Art behandelt hat. Er erklärt die Eintheilungen der Himmelsſphäre und der Erdkugel, die Monate, die Jahre, die Bewegung der Sonne, des Mondes, der Planeten, die Mondsſonnencykeln, die Finſterniſſe, das verſchiedne Aufgehen und Untergehen der Sterne. Er hat auch zuerſt ausdrücklich die beiden Abtheilungen des Thierkreiſes in Zeichen und Sternbilder von einander unterſchieden b). Von den zwölf gleichen Zeichen, nimmt nämlich ein jedes ein Zwölftheil dieſes Kreiſes ein und ſie fangen immer im Frühlings-Nachtgleichepunkte an; die zwölf Sternbilder hingegen nehmen bald einen größern bald einen geringern Raum und oft einen Theil des folgenden Zeichens ein.

§. 26.

Man muß in der Beſchreibung, die uns Geminus von den Kreiſen der Sphäre giebt, bemerken, daß die Griechen den größten Parallelkreis, der ſich ganz über dem Horizonte befindet, den Kreis, worin die Sterne eingeſchloſſen ſind, die nicht untergehen den nördlichen Polarkreis nannten. Den Kreis, der unter dem Horizonte die Sterne enthält, die niemals aufgehen, nannten ſie hingegen den ſüdlichen Polarkreis c). Wir haben dieſe Benennung verändert und nennen diejenigen Kreiſe Polarkreiſe, welche $23^{\circ}\frac{1}{2}$ von den Polen des Aequators liegen und im Sommer den längſten Tag von 24 Stunden haben. Auch iſt es merkwürdig, daß Geminus die Schiefe der Ekliptik zu 24° freilich nur in runden Zahlen angiebt. Eben ſo beſtimmt er die Länge des Mondenmonats zu $29\frac{1}{2}\frac{1}{33}$ Tage und des Sonnenjahrs zu $365\frac{1}{4}$ Tage. Man ſieht daraus,

a) Uranologium, in praef. p. 2 et 22.
b) Geminus, c. I, p. 2. c) Ibid. c. IV, p. 14.

daß er nicht für die Aſtronomen geſchrieben hat, ſondern daß es Elemente ſind, welche er aus ihren Werken ausgezogen hatte und nur obenhin angeben wollte.

Man weiß nicht ganz genau, welches der Monat von Geminus war; denn auf der 31 S. ſagt er, daß es 29 T. $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{33}$ hielte, was ungefähr 29 T. 12 St. 43′ 48″ beträgt: nachher S. 36 ſagt er, eſt enim tempus menſtruum praeciſe ſumptum dierum 29, minutorum primorum 31, ſecundorum 40, tertiorum 50, et quartorum 25. Dieß hat freilich das Anſehen von Genauigkeit; indeß giebt es ihn nur zu 29 T. 12 St. 40′ 20″$\frac{1}{2}$ alſo faſt 4 Minuten geringer an als er hätte thun ſollen. Der Monat von 29 T. 12 St. 43′ 38″ aber iſt genau der, den Eudoxus beſtimmt hatte a).

Geminus ſagt, wenn er von der Bewegung der Planeten ſpricht b), die der Bewegung des Primi mobilis, oder der Sterne von Morgen gegen Abend entgegen iſt, einige Philoſopen hätten geglaubt, dieſe Bewegung ſeyen nur ſcheinbar entgegengeſetzt. Als ein Beiſpiel führten ſie Körper an, die in verſchiedenen Entfernungen um einen Mittelpunkt und zwar die meiſten mit einer gleichen Geſchwindigkeit, und nur einige langſamer ſich bewegten. Sie ſagten, daß dieſe, ob ſie gleich nach derſelben Richtung ſich bewegten, eine eigene Bewegung, in einer der Bewegung der erſtern entgegengeſetzten Richtung zu haben ſcheinen würden. Geminus bemerkt ſehr richtig, daß dieſe Vorausſetzung ſtatt haben könnte: wenn die Sonne und die übrigen Planeten wie die Sterne, Parallelkreiſe mit dem Aequator beſchrieben; allein da alle dieſe Planeten eine verſchiedene Bewegung hätten, zufolge der ſie ſich von dem Aequator gegen die Pole zu entfernten, eine Bewegung, die ihnen beſonders eigen ſei, ſo wäre es offenbar, daß ſie ſich in einer der Umdrehung des erſten beweglichen entgegengeſetzten Richtung bewegten.

§. 27.

Geminus hat uns einen von den Kalendern hinterlaſſen, worin er Wind, Regen ꝛc. verbunden mit dem Aufgange und Untergange der Sterne ankündigt. Dieſe Ankündigungen gründen ſich auf die Beobachtungen von Kalippus, Demokritus, Doritheus, Euklemon, Meton, Eudoxus oder wenigſtens auf die Beobachtungen, welche dieſe Aſtronomen geſammelt haben. Er führt Hipparch nicht an, der doch ähnliche Beobachtungen angeſtellt hat. Der

a) Geſch. der Sternk. des Alterth. 1 B. S. 286.
b) Cap. X, p. 43.

Kalender von Geminus iſt ins Lateiniſche überſetzt im Uranologium des P. Petau.

Geminus war auch der Verfaſſer eines Werks, das nicht auf uns gekommen iſt, betitelt Enarrationes geometricae. Proklus hat dieß Buch benützt, und man glaubt daß es ein hiſtoriſcher Kommentar, eine Art von philoſophiſcher Entwickelung der geometriſchen Entdeckungen ſei a).

§. 28.

Man iſt in Abſicht der Zeit, worin Geminus gelebt hat, ungewiß. Der P. Petau b) glaubt gewiſſen Umſtänden zufolge, die dieſer Aſtronom von dem Feſte der Iſis erzählt, daß er 75 Jahre vor unſerer Zeitrechnung lebte; Wilhelm Bonjurius 137 Jahre, indem er ſich auf dieſelben Umſtände gründet; H. v. Montucla c) hat im Simplicius d) ein poſitives Zeugniß in dieſer Hinſicht gefunden. Simplicius läßt den Poſidonius etwas nach ihm ſagen, er lebte alſo früher als dieſer Philoſoph, der in einem hohen dem Tode nahen Alter, ums Jahr 63 vor Chr. Geb lebte. Soviel iſt gewiß, daß dieſer Aſtronom nach Hipparch lebte, weil Hipparch in ſeinem Werke, das ſich auf den Namen der Sternbilder e) bezieht, angeführt wird. Es iſt freilich ſonderbar, daß Geminus nicht weiter davon redet, und beſonders, daß er kein Wort von der merkwürdigen Entdeckung der Fixſterne ſagt: aber Geminus ſcheint nur mittelmäßig in der Aſtronomie bewandert geweſen zu ſein. Er iſt von allem, was in Griechenland zur Zeit des Harpalus, Eudoxus ꝛc. geſchehen iſt, genau unterrichtet; mit den Arbeiten der alexandriniſchen Schule aber ſcheint er ſehr wenig bekannt zu ſeyn. Man erinnere ſich, daß Hipparch keine entſchiedene Entdeckungen angezeigt hatte; er glaubte, daß ſie erſt durch die Zeit beſtätigt werden müßte. Sie konnte folglich keine gewiſſe Publizität haben; übrigens aber läßt ſich alles vereinigen. Geminus lebte vor dem Jahre 63 vor Chr. G. wo Poſidonius noch lebte. Bonjurius Rechnung ſetzt ihn ins Jahr 137. Hipparch hat ſeit 160 bis 125 beobachtet, und nur erſt am Ende ſeiner Laufbahn die Bewegung der Fixſterne entdeckt. Im 137ſten Jahre konnte ſie nicht bekannt ſeyn, und Geminus konnte, wenn er damals ſchrieb, ihn nicht anführen. Wir würden alſo den Geminus in die Zeit ums Jahr 137 vor Chr. Geb. ſetzen.

a) Hiſtoire des mathematiques Tom. I, p. 276.
b) Uranologium, p. 411.
c) Hiſt. des Math. Tome I, p. 276.
d) Lib. II, phyſic. S. 10 e) C. II, p. 12 et 13.

§. 29.

Ums Jahr 52 vor Chr. Geb. findet man den Theodoſius a), den Verfaſſer der drei Bücher über die Sphärik. Er hatte eine Abhandlung de habitationibus oder über die Erſcheinungen geſchrieben, welche in Abſicht der Bewohner der Erde nach der Lage der Himmelsſphäre ſtatt finden, eben ſo ein Werk de diebus et noctibus, das dem Werke de habitationibus ſehr ähnlich ſeyn muß. Dieſe Werke ſind uns noch übrig; ſie ſind von Daſypodius b) griechiſch und lateiniſch herausgegeben worden. Wir reden indeß nicht vom Theodoſius als Aſtronomen, ſondern weiſen ihm nur eine Stelle als dem Verfaſſer des Lehrbegriffs der Spährik an, woraus die Aſtronomie immer am meiſten geſchöpft hat. Hipparch ſah, wie wir ſchon bemerkt haben, zuerſt die Nothwendigkeit der Trigonometrie ein, und ſcheint die erſten Grundſätze feſtgeſtellt zu haben c). Wenn aber Theodoſius vor der chriſtlichen Zeitrechnung lebte, warum hat Ptolemäus in dem Buche, worin er von den Sehnen der Kreisbogen handelt, nicht davon geredet? Alles bewegt uns jedoch ihm zu glauben und vorzüglich die von Theodoſius erfundne und wie eine Hacke geſtaltne Sonnenuhr d). Dieſer Theodoſius ſcheint uns der Verfaſſer der Sphärik ſeyn zu müſſen; er würde alſo älter ſeyn als Vitruv. Wir wollen übrigens in dieſer Hinſicht nichts entſcheiden e).

§. 30.

Poſidonius ſchätzte, wie wir bemerkt haben, die Höhe der Atmoſphäre auf 400 Stadien. So lieſet man in den alten Manuſcripten von Plinius, und nicht 40. Man hat dieſe Korrektion gemacht, weil Kepler und die Aſtronomen des ſechszehnten Jahrhunderts nicht glaubten, daß ſich die Atmoſphäre weiter als auf einen oder zwei Lieues erſtrecke. Man nahm daher an, daß man 40 Stadien leſen müſſe f). Wir fügen noch hinzu, daß Poſidonius nach der Erzählung des Makrobius glaubte, die Meſſung des Eratoſthenes, welcher die Sonne 27 mal größer annahm als die Erde, ſei nicht genau und er habe die wahre Größe der Sonne nicht getroffen g).

a) Riccioli, Almag. Tom. I, XLV.
b) In ſphaericae doctr. propoſ. 1572.
c) Oben 3 Abſchn. §. 34.
d) 2 Abſchn. §. 19.
e) Weidler p. 147.
f) Harduini Plinius, in not libri II, n°. XXII.
g) Comment. Somn. Scipionis, Lib. II, cap. 20.

§. 31.

Auf Poſidonius folgt, Kleomedes. Er lebte, wie man glaubt, vor der chriſtlichen Zeitrechnung. Er war jünger als Poſidonius, weil er oft Meinungen von dieſem Philoſophen, wie auch von Pythagoras, Eratoſthenes, Hipparch ꝛc. anführt. Hätte er nach Ptolemäus gelebt, ſo würde er ihn ebenfalls citirt haben. Sein Werk hat den Titel cyclica theoria corporum coeleſtium. Dieß ſind die Elemente der Sphärik und Aſtronomie, er handelt darin von den Kreiſen und Zonen am Himmel, von der Geſtalt der Erde und ihrer Größe, eben ſo von der Sonne und dem Monde, von ihren Entfernungen von der Erde, von den Finſterniſſen, von den Planeten und ihren Bahnen ꝛc.

Kleomedes hat den Epikur lebhaft getadelt, daß er die Sonne, da er ſie nicht als Philoſoph betrachtete und nur mit ſeinen Augen urtheilte, nicht für größer hielt als ſie uns ſcheint a). Kleomedes beſtimmte nach Hipparch das Verhältniß des Durchmeſſers der Sonne zum Erddurchmeſſer zu $5\frac{1}{3}$ zu 1; denn er ſagt, dieß Geſtirn ſei hundert funfzig mal ſchwerer, als die Erde b).

Er ſucht den Chaldäer Beroſus c) in Abſicht der Urſache die er den Mondfinſterniſſen zuſchreibt, zu widerlegen. Dieſer Planet hatte nämlich dieſem ſehr alten Aſtronomen zufolge eine an und für ſich leuchtende und eine andere dunkle halbe Scheibe d). In einem durch Hipparch aufgeklärten Jahrhunderte, worin dieſer große Mann den Grund zu einer geſunden Aſtronomie gelegt hatte, war es übrigens mehr als unnütz Beroſus Irrthümer zu beſtreiten. Offenbar ſucht nur Kleomedes Ungereimtheiten wieder hervor um die Ehre zu haben, ſie zu widerlegen.

§. 32.

Im Jahr 45 vor der chriſtlichen Zeitrechnung wurde die Kalenderreform vorgenommen, und das ein und vierzigſte Jahr, war das erſte julianiſche Jahr. Die Nachtgleiche fiel auf den 25 September; man verlängerte das Jahr um 90 Tage bis auf den Neumond, der auf den Winterſolſtitien folgte? ſo daß dieſes Jahr 444 oder 445 Tage hatte e). Die Chronologen nennen es das Jahr der Verwirrung. Solin f) ſagt 244; aber offenbar iſt dieß ein Fehler.

a) Geſch. der Sternk. des Alterth. 2 B. 310 S.
b) Cleomedes, Lib. II, c. 1. c) Ibid.
d) Geſch. der Sternk. des Alterth. 1 B. 163 S.
e) Cenſorinus, c. 20. Macrobius Sat. I, 14.
f) Memorabilia mundi, P. I.

Soſigenes ſcheint zu drei wiederholten malen, die Form des julianiſchen Jahrs feſtzuſetzen geſucht und gezweifelt zu haben, daß ſie hinlänglich genau ſei. Soſigenes ipſe tribus commentationibus, quanquam diligentior eſſet caeteris, non ceſſauit tamen addubitare, iqſe ſemet corrigendo a). Dieſe Ungewißheit beweiſet, daß er die Schwierigkeit der Unternehmung einſah, und war ohne Zweifel eine Folge von der Kenntniß, die er von der Länge des durch Hipparch zu 365 T. 5 St. 55″ 12′ beſtimmten Jahres hatte. Unſtreitig machten ihm dieſe 4′ 48″ um welche ſein Jahr zu lang war, einige Mühe. Vielleicht kannte er auch einige von den verſchiedenen Sternenjahren Ariſtarchs oder den Chaldäern b), welche wir in dieſer Geſchichte angeführt haben. Vielleicht war er ungewiß, ob man dieſe Verſchiedenheiten in Betracht ziehen müſſe, welche Wahl man darunter zu treffen und wie man Rückſicht darauf zu nehmen hatte. Er ſah voraus daß die 4′ 48″, um welche das Jahr des Hipparchs kürzer war als ſein julianiſches, die Ordnung ſtören würden, die er feſtſetzen wollte. Aber ſie ſollten nur einen Tag in 300 Jahren hervorbringen. Wollte man damals darin verbeſſern, ſo würde dieß wie er einſah, eine Verwickelung in den Kalender bringen, die weder aufgenommen noch befolgt werden würde. Er überließ daher den folgenden Jahrhunderten die Sorge, den Fehler zu verbeſſern, wenn er eingetreten ſeyn würde.

§. 33.

Man erzählt, Soſigenes habe über das Buch de caelo des Ariſtoteles einen Kommentar geſchrieben. Er hat ſich bemüht das Verhältniß und den Vortheil der Sphären zu finden, welche Eudoxus und Kalippus in ihrem Syſteme auf einander gehäuft hatten c). Man hat alſo Grund zu glauben, daß die Epicykeln und fortleitenden Kreiſe auf keine entſchiedene Art beſtimmt oder aufgenommen waren, was erſt durch das Almageſt von Ptolemäus geſchah. Soſigenes ſtellte einige Beobachtungen des Merkurs an, und fängt da die Theorie der Planeten wieder an, wo Hipparch ſtehen geblieben war: denn er bemerkte, daß dieſer Planet ſich in dem untern Theile ſeiner Bahn um neun Tage ſchneller bewege, und daß er indem er ſich, wie Venus, bald des Abends, bald des Morgens zeigte, ſich in ſeinen größten Digreſſionen nur

a) Plinius, Lib. XXIII, 25.
b) Geſch. der Sternk. des Alterth. 1 B. 180 S. Oben Erläut. des 1 u. 2 B. §. 10.
c) Simplicius de coelo Comment. 46.

um 23° entfernte a). Es iſt glaublich, daß er den Merkur näher bei die Sonne ſetzte als die Venus. Man kann jedoch aus dem Ausdrucke, der untere Theil ſeiner Bahn nicht beweiſen, daß dieſer Aſtronom, wie die alten Aegypter, Merkur und Venus um die Sonne bewegen ließ. Er hat ein anderes Werk de reuolutionibus geſchrieben b), ohne Zweifel über die Umlaufszeiten der Planeten, das, wie ſein Kommentar über den Ariſtoteles verloren gegangen iſt. Soſigenes ſcheint einige Kenntniß von den ringförmigen Finſterniſſen oder wenigſtens von ihrer Möglichkeit gehabt zu haben, denn er ſagt in dieſem Werke von den Umlaufszeiten, wenn die Sonne in ihrer Erdnähe verfinſtert würde, ſo entginge der Rand ihres Umfangs c) dem Schatten des Mondes und leuchte noch. Dieß ſetzt eine Ungleichheit in dem Sonnendurchmeſſer voraus. Auch iſt Proklus gegen Soſigenes Meinung, weil der Unterſchied, der zu klein war, um durch die Inſtrumente beobachtet zu werden, von Ptolemäus verworfen wurde.

§. 34.

Varro hatte ein Werk über die Aſtrologie geſchrieben d). Caſſiodor erzählt ſeine Vorſtellung von der Erde, die zu ſonderbar iſt, als daß wir ſie ganz mit Stillſchweigen übergehen könnten. Mundi quoque, ſagt er, figuram curioſiſſimus Varro longae rotunditati in geometriae volumine comparavit, formam ipſius ad oui ſimilitudinem trahens quod in latitudine quidem, ſed in longitudine probatur oblongum. Der Theil der bekannten Erde hatte keine längliche Geſtalt, weil er von Oſten nach Weſten ausgedehnter war, als von Norden nach Süden; aber die Alten legten darum nichts weniger der Erde die runde Geſtalt bei. Was verſtand er unter der mit einem Eie verglichenen Welt? Ein ſo günſtiges Vorurtheil wir auch für die Aſtronomie der entfernteſten Zeiten haben, ſo können wir doch nicht annehmen, daß die Applattung der Erde ehemals bekannt geweſen iſt, und daß dieſe zwar vergeſſen, auf dieſe verwirrte Vorſtellung gebrachte und von Beweiſen entblößte Kenntniß bis auf Varros Zeiten erhalten worden ſei; dieſe Kenntniß gründet ſich auf eine zu tiefe Theorie oder ſetzt Meſſungen auf der Erde voraus, die in zu großen Entfernungen hätten angeſtellt werden müſſen, als daß ſie in den alten Zeiten, wo die Kommunikation ſo ſchwer war, hätte unternommen werden können. Ohne Zweifel rührt dieſe Vor-

a) Plinius, Lib. II, c. 8.
b) Proclus Hypothyp. p. 400. c) Ibid.
d) Caſſiodorus de diſciplinis mathematicis, lib. de Aſtron. p. 579. edit. 1656.

ſtellung aus der heidniſchen Theologie her, welche lehrte, daß die Welt und alle Weſen aus einem Eie entſprungen ſeien a). Die Alten ſtellten die hervorbringende Gottheit der Welt durch das Sinnbild eines Mannes vor, aus deſſen Munde ein Eie kommt b). Die Chineſer ſagen, der erſte Menſch, Namens Puonzu, ſei aus einem Eie gekommen c). In allen dieſen Traditionen, welch nichts als Allegorien ſind, liegen ohne Zweifel philoſophiſche Ideen verborgen; aber wir leben zu ſpät nach ihnen, um ſie zu errathen. Sie ſind zu ſehr in den Schleier des Alterthums gehüllt, und wir dürfen ihre Quelle nicht in der Kenntniß der Applattung der Erde ſuchen.

Varro ſcheint ſich zuerſt der Finſterniſſe zu Berichtigung der Chronologie bedient zu haben. Cenſorinus d) ſagt, wenn er von ihm ſpricht, pro caetera ſua ſagacitate nunc diverſarum ciuitatum tempora, nunc defectus, eorumque interualla dinumerans, eruit verum, lucemque oſtendit, per quam numerus certus non annorum modo, ſed et dierum perſpici poteſt.

§. 35.

Nigidius Figulus war wegen ſeiner Kenntniſſe berühmt, ungeachtet er Aſtrolog war e). Er wird als der Verfaſſer zweier Werke angeführt, eines über die Sphaera barbarica, ein anderes über die Sphaera graeca. Wir haben erklärt, was die Griechen unter der griechiſchen und barbariſchen Sphäre verſtanden f). Zur Zeit des Eudoxus gab es nur eine einzige Sphäre, welche den Zuſtand des Himmels für das Klima von Griechenland beſchrieb. Als die Sternwarte zu Alexandrien erbauet und durch die Beobachtungen der Griechen berühmt gemacht war, kannte man einen neuen Zuſtand des Himmels d. h. der verſchiednen Erſcheinungen in Beziehung auf den Aufgang und Untergang der Sterne. Daraus entſprang die Sphäre von Alexandrien, welche die barbariſche Sphäre genannt wurde. Die Aſtronomen, welche daſelbſt beobachteten, waren, was die Aſtronomie betrifft, nichts weniger als Barbaren, und nur die europäiſchen Griechen waren darin unwiſſend. Allein ſie behandelten ſelbſt diejenigen von ihren Landsleuten als Barbaren, die ihnen dadurch fremd geworden

a) Bayle, Dict. art. Arimanius, Rem. A.
b) Porphyrea, apud Euſeb. Praep. euang. Lib. III, c. 2.
c) Martini, Hiſt. de la Chine, T. I, p. 8.
d) Cenſorinus, de die natali, c. 21.
e) Mem. Acad. Inſcrip. Tom. XXIX, p. 190.
f) Geſch. der Sternk. des Alterth. 2 B. 348 S.

waren; daß ſie ſich bei den Aegyptern niedergelaſſen hatten. Uebrigens war der Ruhm, den ſie erwarben, für Griechenland wirklich fremd; denn dieß berühmte Griechenland hat nie etwas in dieſer Art hervorgebracht. Die Prachtliebe der Ptolemäer und ihr Schutz war es, welche das Genie entwickelten und ihr Jahrhundert auf immer merkwürdig machten.

Von den Werken des Nigidius ſind uns nur noch Bruchſtücke übrig, die Rutgerſius a) geſammelt hat. Es befindet ſich darunter eine kleine Abhandlung von der Vorherſagung des Gewitters.

§. 36.

Manilius ſchrieb ſein Gedicht in den letzten Jahren Auguſts um die Zeit von Varus Niederlage, wovon er am Ende des erſten Buchs ſpricht. Dieß Werk iſt in fünf Bücher abgetheilt: das erſte handelt von der Sphäre und der Größe der Welt; das zweite und dritte von den Fixſternen und Sternbildern; das vierte von ihren Vorbedeutungen; das fünfte enthält die Beſchreibung der neuern ägyptiſchen Sphäre, das Werk des Manilius verdient nicht ſowohl wegen der dem Verfaſſer eigenthümlichen Kenntniſſe, als vielmehr deswegen empfohlen zu werden, weil es einige Ueberreſte der alten Aſtronomie aufbewahrt hat, die jedoch durch die Aſtrologie verderbt und entſtellt ſind.

Dieß Gedicht war das erſte gedrukte aſtronomiſche Werk. Regiomontan ließ es in der neuen Druckerei zu Wirtenberg in Folio im Jahr 1473 und zu Florenz 1474 abdrucken.

§. 37.

Auguſt hatte auf dem Marsfelde einen Obelisk aufrichten laſſen, der aus Aegypten nach Rom gebracht war. Dieſer Obelisk war 116¾ römiſche oder 105¾ pariſer Fuß hoch. Man ſieht ihn noch umgeſtürtzt und zerbrochen. H. de la Lande ſpricht davon in ſeiner Reiſe in Italien b). Auguſt ſcheint die Abſicht gehabt zu haben einen Gnomon daraus zu machen, vielleicht weil er wußte, daß bei den alten und weiſen Nationen der Obelisk urſprünglich im Gebrauche war. Da er aber einen ſtarken Halbſchatten warf, deſſen Gränze ſchwer zu beſtimmen war, ſo ſetzte ein gewiſſer Manlius um, wie man erzählt, die menſchliche Figur nachzuahmen in Geſtalt des Kopfes oben auf den Obelisk eine vergoldete Kugel, deren Halbſchatten auf allen Seiten gleich war. Der Mittelpunkt zeigte die wahre Höhe an; dieß war ſelbſt die Höhe des Mittelpunkts der Sonne.

a) Variae lectiones) L. III, c. 16, p. 246
b) Tom. IV.

Allein ungeachtet dieſer Gebrauch nicht neu war, ſo glauben wir doch, daß weder die Aegypter noch **Manlius** dieſen letzten Vortheil der oben auf die Obelisken geſetzten Kugeln gekannt haben. Er ſcheint bloß die Abſicht gehabt zu haben, die Ungewißheit des Halbſchattens zu vermeiden.

Die Akademie des belles Lettres, die von der Akademie des Sciences deshalb gefragt wurde, antwortete, **Plinius** ſcheine den **Manlius** nicht für den Erfinder der Kugeln gehalten zu haben; und wenn dieſer Gebrauch für neu gelten könnte, ſo wäre dieß nur für Rom und Italien der Fall. Aus der Stelle des in der Geſchichte der ältern Aſtronomie a) angeführten **Appion** erhellt, daß dieſer Gebrauch wenigſtens bis auf Moſes Zeit hinaufſteigt b).

Man hat geglaubt, dieſer **Manlius** ſei mit dem Dichter **Manilius** einerlei. **Riccioli** und **Weidler** ſind dieſer Meinung; und der erſte glaubt, daß man in den Manuſcripten des **Plinius** durch Kontraktion oder aus Irrthum **Manlius** ſtatt **Manilius** geſchrieben habe. Allein der Name **Manilius** findet ſich nicht in den alten und authentiſchen Manuſkripten von **Plinius**. Auf der andern Seite leugnet auch **Bentley** in ſeiner Vorrede dieſe Identität; er glaubt, **Manilius** ſei weniger bekannt geweſen, als dieſer von **Plinius** angeführte **Manlius**; weil ſein Name von keinem der alten Schriftſteller, denen er ohne Zweifel unbekannt war c), angeführt worden wäre.

§. 38.

Man hatte auf ein ſteinernes der Höhe des Obelisken proportionirtes Pflaſter, in Kupfer geſtochene Zeichen angebracht, vermittelſt deren man die Veränderung der Länge des mit der Vermehrung und Verminderung der Tage korreſpondirenden Schattens beobachtete. Dieſer Obelisk maß, wie der P. **Harduin** glaubt, nicht nur die Höhe der Sonne durch die Länge ſeines Schattens, ſondern diente auch zugleich zur Sonnenuhr. Er ſagt, daß Bögen von Oſten nach Weſten gezogen, und jeder in zwölf Stunden eingetheilt war, die den verſchiednen Parallelkreiſen der Sonne korreſpondirten, und die durch ihre Wachsthümer oder ihre Verminderungen das Wachſen oder die Verminderung der Tage anzeigten. Dieß kann wohl der Fall geweſen ſeyn; allein der Text von **Pli-**

a) 2 B. 71 S.
b) Hiſt. Acad. Inſcrip. T. III, p. 165.
c) Riccioli, Almag. Tom. I, p. XLI. Weidler, p. 161. Bentley, Manilius, p. 11.
d) Plinius, Lib. XXXVI, c. 10.

nius erwähnt dieſer Bogen nicht. Der Naturforſcher bemerkt, daß zu ſeiner Zeit und ungefähr dreiſſig Jahre nachher, dieß Inſtrument nicht zu den Erſcheinungen paßte. Er unterſuchte ziemlich philoſophiſch die Urſachen, die dieſe Veränderung können hervorgebracht haben; entweder, ſagt er, war der Lauf der Sonne nicht mehr derſelbe, oder es war irgend eine Veränderung am Himmel vorgegangen; oder der Mittelpunkt der Erde hatte, wenn auch nur wenig, ſeinen Ort verändert, wie einige Philoſophen und er ſelbſt zu bemerken Gelegenheit gehabt zu haben glaubten; oder der Obelisk war bloß durch ein Erdbeben verrückt worden; oder endlich hatte der, auf den, durch die Ueberſchwemmungen der Tiber abgeſetzten Leimen aufgeführte Grund einige Veränderung gelitten, was äußerſt merkwürdig wäre, weil die Tiefe dieſes Grundes der Höhe des Gebäudes gleich war.

Dem Theon zufolge hörte unter Auguſt in Aegypten der Gebrauch des unbeſtimmten Jahres auf. Dieß geſchah im ſechsten Jahre dieſer Regierung. In dieſem Jahre fing ſich das unbeſtimmte Jahr mit dem 29ſten Auguſt an und daher fällt auch der Anfang des feſten Jahrs der neuern Aegypter auf den 29ſten dieſes Monats a). Die alexandriſchen Griechen hatten das julianiſche Jahr angenommen; aber die Aegypter hatten das Jahr ihrer Väter noch bis auf dieſe Epoche behalten.

§. 39.

C. J. Hygin war ein Spanier, oder nach andern, aus Alexandrien, von wo er noch als Kind durch Cäſar nach Rom gebracht wurde. Er war ein Freund von Ovid und von Cajus Licinius dem Hiſtoriker, nach deſſen Bemerkung er arm ſtarb b). Es iſt uns von ihm ein Werk Poeticon aſtronomicum in vier Büchern übrig. Das erſte handelt von den Theilen der Welt und der Sphäre; das zweite von den Sternbildern und dem Urſprunge ihrer Namen; das dritte von dem Orte dieſer Sternbilder in Beziehung auf einander und von der Zahl der Sterne, welche ſie enthalten; das vierte von der Lage der Kreiſe der Sphären in Rückſicht auf dieſe Sternbilder. Da er bei der Beſchreibung der Sternbilder die Fabeln erzählt, wovon ihre Namen hergeleitet ſind, und von denen der größte Theil erdichtet oder wenigſtens durch die Dichter verſchönert iſt, ſo hat das Werk den Namen poetiſche Aſtronomie erhalten.

a) Golius ad Alfergan, p. 48. Theon, Comment. Almag, Lib. IV.

b) Suetonius, de illuſtribus grammaticis Weidler p. 162.

Aus 49 Sternbildern macht Hygin nur 41, denn er vermengt 1) den Schlangenträger mit der Schlange; 2) das Haupthaar der Berenice mit dem Löwen; 3) die Wage mit dem Skorpion; 4) das Waſſer welches der Waſſermann ausgießt, mit dem Waſſermanne ſelbſt; 5) den Wolf oder die Lanze des Centauer mit dem Centaur; 6) den Raben, den Becher mit der Waſſerſchlange. Vom Antinous ſagt er gar nichts; dieß ſcheint zu beweiſen, daß er vor Ptolemäus und vor der Regierung Hadrians gelebt hat. Die Zahl der Sterne, welche er den verſchiedenen Sternbildern beilegt, beläuft ſich auf 711.

Man hat gezweifelt, ob das Werk von dem Hygin wäre, der ein Freigelaſſener des Auguſts war, weil in der That der Styl des goldnen Zeitalters der lateiniſchen Sprache nicht würdig war. Allein nicht alle Schriftſteller eines Jahrhunderts haben auf gleiche Weiſe die Eleganz und Reinheit des Styls in ihrer Gewalt. So viel iſt gewiß daß der Verfaſſer dieſes Buchs da er Konon anführt, nach ihm lebte: und wahrſcheinlich war er älter als Ptolemäus, weil ſeine Zählung der Sterne nicht mit der von dieſem Aſtronomen übereinſtimmt; er zählt 300 Sterne weniger. Dieſe Kenntniſſe konnte man nur zu Alexandrien erlangen. Das ptolemäiſche Verzeichniß exiſtirte alſo noch nicht; Hygin würde es als das vollſtändigſte und umſtändlichſte gewählt haben. Das ganze Werk ſelbſt verräth einen Mann, der nicht ſehr weit in der Aſtronomie gekommen iſt; er iſt ziemlich weitläuftig über die relative Lage der Sternbilder, aber er ſagt nur ſehr wenig von den Planeten. Hätte er nach Ptolemäus gelebt, ſo würde er mehr davon gewußt haben.

Es iſt merkwürdig, daß er bei der Aufzählung der Sterne und bei den Namen der Sternbilder oft den Eratoſthenes anführt, und kein Wort von Hipparch ſagt. Wir bemerken, daß dieſe Zählung der Sterne von Hygin beſſer mit der von Eratoſthenes als der von Hipparch und Ptolemäus übereinſtimmt. Eratoſthenes hat nur 675 Sterne gezählt Er ſcheint der einzige Schriftſteller zu ſeyn, den Hygin zu Rathe gezogen hat.

§. 40.

M. Vitruvius Pollio, der berühmte Architekt des Zeitalters Auguſts muß hier nicht ſowohl als Aſtronom ſondern vielmehr wegen ſeiner aſtronomiſchen Kenntniſſe angeführt werden. In ſeinem großen Werke handelt er von der Methode die Mittagslinie der Gnomonen zu ziehen, von der Welt, den Planeten, der Umlaufszeit der Venus und des Merkurs

um die Sonne, dem Stillſtehen und Rückwärtsgehen der Planeten. Er ſagt daſelbſt a): Ergo potius ea ratio nobis conſtabit, quod feruor, quemadmodum omnes res euocat et ad ſe ducit, eadem ratione ſolis impetus vehemens, radiis trigoni forma porrectis, inſequentes ſtellas ad ſe perducit, et antecurrentes, veluti refrenando retinendoque, non patitur progredi, ſed ad ſe cogit regredi, et in alterius trigoni ſignum eſſe. Dieſe Werke, welche ziemlich gut die Wirkung der anziehenden Kraft der Sonne, vermöge welcher ſie die Planeten beherrſcht und in ihren Bahnen zurückhält, ausdrücken könnten, dürfen jedoch nur auf das Rückwärtsgehen der Planeten angewandt werden, welches einige Alte b) durch die Wirkſamkeit einer Kraft erklärten, die ſie den Sonnenſtrahlen in gewiſſen Aſpekten gaben. Allein ſie waren ſehr wegen der Erklärung in Verlegenheit, warum dieſe Strahlen unter allen andern Aſpekten nicht mehr Kraft und Wirkung äuſſerten Was Vitruv ſagt, beweiſet alſo nichts, wofern er nicht von Epicykeln hat reden hören, welche dieß Rückwärtsgehen weit beſſer erklärten und die jedoch lange Zeit von Vitruv von Apollonius Progäus und von Hipparch gelehrt waren.

§. 41.

Die Urkunde in der Aſtronomie zu Rom war ſo groß, daß Vitruv, ſo aufgeklärt er übrigens auch war, ſchrieb, die Umlaufszeit des Mondes um die Sonne betrüge 28 Tage und etwas mehr als eine Stunde, weil man damals das Vorurtheil hatte, daß ſie in einem Jahr 13 Revolutionen machte c). Er beſtimmte die Umlaufszeiten der übrigen Planeten auf eine Art, die nicht viel genauer war. Hier folgt die Vergleichung mit denen von Hipparch

	Vitruv		Hipparch	
☿		360 T.		365 T.
♀		485		365
♂		683		687
♃	11 J.	363	11 J.	315
♄	29	160	29	157 d)

Die Unrichtigkeiten rühren entweder von einer groben Unwiſſenheit oder von den Fehlern der Abſchreiber her.

Da Vitruv gar nicht von der Bewegung der Fixſterne ſpricht, ſo muß man daraus ſchließen, daß ihm der Entdeckun-

a) Archit. Lib. IX, c. 5.
b) Plinius, Lib. II, c. 15 Riccioli, Almag. T. I, p. 468
c) Archit. Lib. IX, c. 4 d) Ibid.

gen von Hipparch unbekannt waren. Wir urtheilen daher, daß die hier angeführten Umlaufszeiten, diejenigen ſind, welche vor Hipparch bekannt waren. Die von Saturn iſt die genaueſte, weil die Chaldäer dieſen Planeten am ſorgfältigſten beobachteten a). Als man die Beobachtungen mehr vervielfältigte, wurden die Reſultate beſſer. Hätten die Alten auf dieſe Planeten die Methode angewandt, den Fehler auf eine große Zahl von Revolutionen zu vertheilen, ſo würden ſie beinahe um keine funfzigtheil eines Tages in der Umlaufszeit des Jupiters gefehlt haben

Vitruv ſagt, der Polarſtern ſei einer von den Sternen des Drachen, ein ſehr leuchtender Stern nahe am Kopfe des großen Bären. Der nächſte Stern am Pol war damals an der Schnauze des Kameelopards; man ſah ihn im Jahre 1669 nach dem Sternkatalog von Hevel in 24° 13′ 10″ Länge unter einer Breite von 64° 12′. Er hat ſich alſo im Jahre 122 vor Chr. Geb. in dem Kolur der Solſtitien befunden. Dieſer Stern iſt freilich nur als ein Stern der fünften Größe bezeichnet; und er findet ſich ſogar, ungeachtet er noch auf den Planiſphären von Flamſteed iſt, nicht in dem großen brittiſchen Verzeichniſſe. Es findet ſich jedoch keiner als dieſer der damals der Polarſtern könnte geweſen ſeyn: λ des Drachen hat ſich dem Pole nie mehr als um 9° nähern können und k kann, wie wir ſchon bemerkt haben nur ums vierzehnte Jahrhundert vor Chr. Geb. der Polarſtern geweſen ſeyn b). Man könnte alſo ſchließen, daß Vitruv dieſen Stern des Kameelopards gemeint hat, der ſeitdem an Größe abgenommen habe, wenn es nicht natürlicher wäre, anzunehmen, Vitruv folge irgend einer alten Tradition, welche erzählte, man hatte einen ſchönen Stern im Pole geſehen: denn Hipparch ſagt ausdrücklich, daß ſich kein Stern im Pole befände c). Im ganzen Almageſt iſt nicht die Rede vom Polarſterne. Man kann ſogar vermuthen, daß Hipparch die Sache nicht ſo ausdrücklich geſagt hat, wenn ſich im Pole ein Stern von der fünften Größe befunden hätte. Daraus würde folgen, daß der Stern an der Schnauze des Kamelopards, der zu Hevels Zeit exiſtirte, zu Hipparchs Zeit nicht exiſtirte oder nicht ſichtbar war, wie er es ohne Zweifel heutzutage nicht mehr iſt.

§. 42.

Gegen Anfang der chriſtlichen Zeitrechnung überſetzte Germanikus Cäſar, Auguſts Enkel das Gedicht des

a) Geſch. der Sternk. des Alterth. 2 B. 143 S.
b) Geſch. der Sternk. des Alterth. 2 Band 389 S.
c) Comment. ad Arat. Lib. I. p. 179.

Aratus in lateniſche Verſe, ſchrieb einen Kommentar dazu und dedicirte es dem ſchon alten Auguſt. Die Zahl der Sterne, die man in dieſen Kommentaren findet, beläuft ſich ungefähr auf 710. Sie ſtimmt alſo ziemlich mit der von Hygin überein. Es iſt zu bemerken, daß Hipparch nicht darin angeführt wird. Germanikus Cäſar zählt nur 44 Sternbilder; den Pfeil, die ſüdliche Krone, Procyon, die Schlange und das Haupthaar der Berenice ſind mit den übrigen Sternbildern vermiſcht. Man muß nicht, wie Riccioli ſagen, daß er den Antinous übergangen ſei; denn Antinous und Hadrian haben erſt hundert Jahre nach Germanikus Cäſar gelebt a). Der Ehre nicht zu gedenken die es einem Prinzen macht, wenn er die Wiſſenſchaften kultivirt, ſo flößt er auch eine hohe Idee von ſeinem Charakter und ſeiner Weisheit ein. Der Menſch der in dem Alter der Vergnügungen in einem Stande, der ſie begünſtigt, ſeinen Geiſt ausbildet, hat ſicher kein verdorbnes Herz; die Leidenſchaften haben nicht darin ihren Sitz, weil er Geſchmack an nützlichen Dingen findet: und da er nahe am Throne ſeine Muße dem Studium der Wiſſenſchaften widmete, ſo würde er auf dem Throne ſich nur mit dem Glücke der Völker beſchäftigt haben. Auch wurde Germanikus, der ohne Zweifel dieſe Hoffnung würde erfüllt haben, allgemein bedauert und ſeinem Andenken wurden Thränen gezolt, die nur für Könige fließen, welche Menſchen ſind.

§. 43.

Man erwähnt unter Nero's Regierung eines Andromachus von Kreta, des erſten Artztes dieſes Fürſten, welcher Planetentheorien erfand. Es iſt uns nicht bekannt, worin ſie beſtanden; Clavius und Fabricius, welche ſie citirten b), ſagen weiter nichts umſtändliches darüber und führen keine alte und poſitive Auktorität an. Aber wir haben des Seneka erwähnt, deſſen philoſophiſche Werke mehr Aſtronomie, mehr Kenntniſſe und Blicke enthalten, als man in allen Schriftſtellern zuſammengenommen ſeit Hipparch bis auf ihn findet. Es iſt traurig, daß ſo geſunde Ideen durch den Glauben an die judiciariſche Aſtrologie verderbt ſind. Das Schickſal der Völker, ſagt er, hängt von den leichteſten Bewegungen der Planeten ab; Glück oder Unglück treffen nach dem Laufe eines günſtigen oder widrigen Geſtirns ein c). Dieſer Einfluß den er den Planeten einräumt, dehnt er bis auf die Fixſterne aus: die

a) Almag. T. I, p. 410 b) Weidler, p. 172.
c) De conſolat. ad Marcian c. 18.

Chaldäer, fügt er an einem andern Orte hinzu, haben durch die Beobachtung den Einfluß der Planeten gekannt; aber worin liegt die Quelle des Irrthums ihrer Prophezeihungen anders als darin, daß ſie die Macht, die ſich auf alle Geſtirne erſtreckt, auf eine ſo kleine Anzahl einſchränkten a).

§. 44.

Unter Domitians Regierung findet man einen Aſtronomen Namens Agrippa, der in Bithynien einige Beobachtungen anſtellte. Dieſe Beobachtungen werden von Ptolemäus angeführt b). Noch ein anderer Aſtronom, der ebenfalls von Ptolemäus angeführt c) wird, war Menelaus, der um dieſelbe Zeit zu Rom beobachtete. Beide beobachteten einige Berührungen und Bedeckungen der Sterne durch den Mond. Menelaus ſchrieb eine Abhandlung über die Sphäre in drei Büchern, die auf uns gekommen iſt, und die der P. Merſenne heraus gegeben hat d). Merſenne glaubt, Ptolemäus habe das, was er in ſeinem Almageſt über die ſphäriſche Trigonometrie mitgetheilt hat, aus dieſer Abhandlung genommen. Zählt man alſo Hipparch und Theodoſius mit, ſo wäre dieß der dritte Schriftſteller dieſer Art, den er hätte anführen müſſen. Die beiden Bücher über die Sphärik von Menelaus ſind von dem P. Merſenne ins lateiniſche überſetzt und in Quart zu Paris 1644 herausgegeben.

Millóus ein römiſcher Geometer, hat Auguſtin Riccius e) zufolge, Beobachtungen der Sterne angeſtellt, und ihren Ort auf die Ekliptik bezogen, und zwar im erſten Jahre Trajans, oder im Jahre 98, 41 Jahre vor Ptolemäus, der, Riccius zufolge, nur 25′ zu den Lagen von Millóus hinzugefügt hat. Dieß Faktum wird an keinem andern Orte erzählt. Indeß erwähnt Riccius mehrere male dieſes Millóus; er führt ſelbſt eine von ſeinen Beobachtungen des nördlichen Sterns von den dreien an, die ſich an der Stirn des Skorpions befinden, und den er in 5° 55′ dieſes Zeichens ſetzt. Ptolemäus giebt wirklich 25′ mehr indem er 6° 20′ ſetzt. Sollten wohl Millóus und Menelaus eine und dieſelbe Perſon ſeyn?

Man findet am Ende des erſten oder im Anfange des zweiten Jahrhunderts der chriſtlichen Zeitrechnung Theon den

a) Quaeſt. natur. II, 32.
b) Almag. Lib. VII, c. 3. c) Ibidem.
d) Synopſis, mathem. p. 204.
e) Tract. de motu octauae Sphaerae. p. 31.

Aeltern von Smyrna, einen platoniſchen Philoſophen. Man nennt ihn den Aeltern, um ihn von dem Theon auszuzeichnen, der das Almageſt des Ptolemäus kommentirte, und ſpäter lebte. Theon der Aeltere ſcheint, wie Menelaus, ein Zeitgenoſſe von Plutarch geweſen zu ſeyn, weil dieſer Philoſoph ſie in ſeinem Buche de facie in orbe lunae redend einführt. Theon hatte einen Abriß der Mathematik in vier Bänden geſchrieben, welche von der Arithmetik, Muſik, Geometrie und der Aſtronomie handelten. Wir haben dieß letztere nicht; Bouillaud hat davon ein ſehr kleines Fragment wieder gefunden, das wir angeführt haben a). Indeß verſicherte Voſſius den Bouillaud, daß die Abhandlung ganz zu Mayland in der ambroſiſchen Bibliothek exiſtire b). Es wäre zu wünſchen, daß man ſorgfältig die Bibliothek nachſuchte, in welcher dieſe koſtbaren Ueberreſte des Alterthums verborgen ſeyn könne. Wenn auch die Wiſſenſchaften in dem Zuſtande, worin ſie jetzt ſind, nichts dabei gewinnen könnten, ſo würde doch die Geſchichte der Aſtronomie darin vielleicht nützliche Belehrung finden.

a) Geſch. der Sternk. des Alterth. 2 B. 92 S.
b) Weidler.

Vierter Abſchnitt.

Von der Ausmeſſung der Erde durch die Alten, und ihren Längenmaßen.

§. 1.

Eine der größten Unternehmungen des menſchlichen Geiſtes iſt ohne Zweifel die Ausmeſſung der Erdkugel, auf welcher der Menſch einen ſo kleinen Raum einnimmt. Er kann nur von dem Raume, den er ſelbſt zurücklegt, eine unmittelbare Vorſtellung erlangen, und er hat keine andre Skale, kein andres Maß, als ſeine individuellen Abmeſſungen. Er maß daher den Raum durch wiederholte Schritte, und dieſe gaben ihm die erſten Maßſtäbe den Fuß und den Schritt. Der Kubitus iſt die Länge des Vorderarms und die Toiſe iſt weiter nichts als die Höhe ſeines eignen Körpers. Allein was ſind alle dieſe Maßſtäbe gegen den ungeheuren Umfang des Erdballs! Der Menſch wurde indeß durch ſeine unbedeutende Kleinheit nicht abgeſchreckt; ein edler Stolz trieb ihn an, in ſeinem Verſtande Hülfsmittel zu ſuchen; er häufte die kleinen Maße zuſammen, um die größern zu umfaſſen und bildete ſich eine Einheit, womit er alle Theile des Univerſums ausmaß. Die Welt durch Toiſen oder Kubitus ausmeſſen, heißt alſo beſtimmen, wie viel mal eine Mannslänge oder die Länge des Vorderarms wiederholt werden muß, um eine dem größten Kreiſe der Erdkugel gleiche Länge hervorzubringen. Eine wirkliche ſucceſſive Berührung der Erde mit dem Körper würde indeß für den Menſchen ein eben ſo ermüdendes als unausführbares Unternehmen geweſen ſeyn. Er erſetzte dieß alſo durch Schnüre und Ketten, welche Vielfache von der Toiſe und dem Kubitus waren; er vereinigte mehrere dieſer Vielfachen um die Stadien, Meilen, Paraſangen, Lieues ꝛc. zu bilden, und unternahm es, die größten Entfernungen zu beſtimmen. Dadurch war indeß für die Meſſung der Erde noch nicht viel gewonnen; denn war es nothwendig, daß der Menſch

ſich ſelbſt fortbewegte und ihren Umfang verfolgte, ſo hielten Abgründe, Meere und unbewohnbare Gegenden ſeinen Lauf auf. Er mußte daher auf Mittel denken ſich im Geiſte fortzubewegen, und das Verhältniß eines kleinen gemeßnen Theils zu dem zu meſſenden Ganzen zu beſtimmen. Der Menſch fand in der Aſtronomie, in der Uebereinſtimmung des Himmels und der Erde, die Methode die Welt zu meſſen, ohne ſein Vaterland zu verlaſſen, und faſt ohne aus ſeinen Mauern herauszugehen. Er bemerkte, daß das Gewölbe des Himmels der ſphäriſchen Oberfläche der Erde durchaus ähnlich ſei; er maß zu gleicher Zeit einen Grad des Himmels und den korreſpondirenden Raum auf der Erde, und es gelang ihm die Dimenſionen des Körpers, den er bewohnt, zu beſtimmen.

§. 2.

Dieß iſt die Arbeit, welche Eratoſthenes 300 Jahre vor unſrer Zeitrechnung unternahm, und die in dem letzten Jahrhunderte mit der größten Genauigkeit von den Franzoſen ausgeführt wurde. Dieſe große Unternehmung und die glückliche Ausführung derſelben ſind mit Recht berühmt geworden, allein man behauptet, und man hat Grund zu glauben, daß wir die Alten übertroffen haben, und dieß iſt es, was wir jetzt unterſuchen wollen.

Auſſer der Meſſung des Eratoſthenes, nach welcher der Umfang der Erde 250000 Stadien beträgt, hat uns das Alterthum vier andere aufbewahrt: nach der einen von Ptolemäus angeführten, iſt der Umfang der Erde 180000 Stadien a), nach einer andern von Poſidonius 240000 b); nach einer dritten von Kleomedes c) erwähnten, 300000 Stadien, und nach einer vierten, die nach Ariſtoteles d) von den alten Mathematikern herrührt, 400000 Stadien. Es erhellt

a) Geog. L. I, c. 7, 10, 22. Lib. VII. c. 5.
b) Cleomedes, Cyclic. Theor. Lib. I, c. 10.
c) Ebendaſ. c. 11. Archimedes, in arenario.
d) Lib. II, de Coelo.

ſogleich, daß dieſe Stadien nicht dieſelben ſind. Die roheſten Mittel ſind keinen Irrthümern unterworfen, die man vorausſetzen müßte. Man kann bei der Meſſung einer Größe nicht um die ganze oder doppelte Größe fehlen. Im Anfange des letzten Jahrhunderts, vor unſren genauen Erdmeſſungen, beſtimmte Fernel a), in ſeinem Reiſewagen aus der Zeit die Zahl der Umdrehungen ſeines Wagenrades und gab den Grad auf 56746 Toiſen an, er fehlte alſo nur um 326 Toiſen. Ohne Zweifel iſt dieſe Genauigkeit etwas zufällig; indeß konnten ſich doch die Alten ähnlicher Methoden bedienen. Nach Vitruvs Berichte b) kann man zu ſeiner Zeit eine Maſchine, die dazu diente, den zurückgelegten Weg eines Fuhrwerks zu beſtimmen, ein Mittel das Fernel fehlte. Wären aber auch die Alten ſelbſt mit dieſem Hülfsmittel nicht ſo glücklich geweſen als Fernel, ſo würde wenigſtens der Fehler nicht größer geweſen ſeyn, als die Größe doppelt genommen. Sogar die Chaldäer, welche die Länge des Grades durch Schritte beſtimmt zu haben ſcheinen, haben ſich nur ungefähr um ein Zehntel von der Wahrheit entfernt c). Ueber die Verſchiedenheit der Stadien des Alterthums, dürfen wir uns eben ſo wenig wundern, als daß, über die engliſchen, deutſchen und italiäniſchen Meilen, alle von einander abweichen. Man hat über dieſe Stadien nichts ſehr genaues, weil man ihre Werthe in den Maßen der Griechen und Römer hat finden wollen. Man ſuchte in entſtellten Kopien Originalzüge; die Griechen und Römer gehören unter die neuern. In Aegypten und vorzüglich in Aſien muß man den Geiſt alles deſſen, was alt iſt, aufſuchen; dort haben die uranfänglichen oder wenigſtens ſehr alten Einrichtungen die wenigſte Veränderung gelitten.

§. 3.

Die Perſer und Araber hatten zwei Kubitus, der eine war von vier und zwanzig Fingerbreiten und der

a) Acad. des Sc. Tome VII, P. I, p. 5.
b) Architect. Lib. X, c. 14.
c) Geſch. der Sternk. des Alterth. 1 B. 5 Abſch. §. 12.

andere von zwei und dreißig a). Dieſe beiden Kubitus verhielten ſich alſo wie drei zu vier. Auf dem Nilometer von Cairo, womit das Steigen des Nils beſtimmt wird, findet man noch jetzt einen Kubitus, der genau gemeſſen $20\frac{544}{1000}$ pariſer Zoll beträgt. Der gelehrte Freret hat bewieſen, daß dieſer Kubitus ſeit vielen Jahrhunderten ſich nicht geändert hat und in Aegypten noch über Seſoſtris hinauf ſteigt b). Hier haben wir alſo ein altes Maß. Unter den Stadien iſt die bekannteſte und am beſten beſtimmte die alexandriniſche Stadie. H. le Roy, Mitglied der Akademie des Inſcription und belles Letters hat in ſeinem vortreflichen Werke über die Ruinen von Griechenland, ihre Größe zu $114\frac{4}{10}$ Toiſen angegeben. Er vermuthet, dieß ſei die Stadie, der man ſich zur Ausmeſſung der Erde bedient habe, und er findet indem er ſie auf die 180000 Stadien des Ptolemäus anwendet eine ſehr genaue Beſtimmung des Umfangs der Erde c). Allein grade dieſe Genauigkeit diente dazu ſeine Meinung zu beſtreiten, und man hat, als wenn wir immer im Stande wären die Alten zu beurtheilen, ihm eingeworfen, ſie hätten dieſe Genauigkeit nicht erreichen können. Was H. le Roy vermuthete, iſt jedoch eine Wahrheit, und dieß wollen wir jetzt beweiſen.

Ptolemäus giebt dem Umfange der Erde 180000 Stadien. Marinus von Tyrus ein Geograph, der ungefähr gleichzeitig mit Ptolemäus lebte, ſcheint ihn eben ſo beſtimmt zu haben d). Da ſie ſich nicht für die Verfaſſer dieſer Meſſung ausgeben, ſo haben wir Grund zu glauben, das ſie älter als ſie iſt. Wenn wir hier davon reden, ſo fehlen wir nicht gegen die Zeitordnung. Nach Abulfeda's Berichte, der über Ptolemäus Nachrichten haben konnte, die verloren gegangen ſind, betrug der Grad, dieſen Aſtronomen zu-

a) M. le Roy, Ruines de la Grece, p. 54.
b) Memoires de l'Acad. des Inſcript. Tom. XXIV, p. 465.
c) M. le Roy, ruines de la Grece, p. 55.
d) Ptolem. Geog. Lib. I, c. 8. Riccioli Almag. Tom. I, p. XL.

folge 66⅔ Meilen a). Keiner von beiden hat jedoch den Werth dieſer Stadien und Meilen beſtimmt.

Wir haben in einem aſtronomiſchen Werke von Shah Cholgius, das von Greaves überſetzt und 1652 zu London herausgekommen iſt b), gefunden, daß der Umfang der Erde 8000 Paraſangen betrågt; die Paraſange zu 3 Meilen, die Meile zu 3000 Kubitus und den Kubitus zu 32 Zoll gerechnet c). Nun haben die neuen Perſer alles von Ptolemåus genommen. Alle Elemente des Werks des Shah Cholgius ſind aus dem Almageſt abgeſchrieben. Man findet nirgends eine Erdmeſſung der Perſer erwåhnt, da doch ein ſolches Unternehmen ſo leicht nicht vergeſſen wird, ſondern jeder zur Ehre ſeiner Nation es zu verbreiten und die nåhern Umſtånde davon auf die Nachwelt zu bringen ſucht. Da man in dem angeführten Werke nichts von der Art findet und dem Ptolemåus es abgeſchrieben iſt, ſo können wir mit Recht ſchließen, daß dieſe Erdmeſſung wirklich die ptolemåiſche iſt. Nimmt man daher dieſe beiden Meſſungen als gleich an, daß alſo 8000 Paraſangen eben ſo viel wåren, als 180000 Stadien, ſo machen 22½ Stadien eine Paraſange, und 7½ Stadien eine Meile. Daraus folgt, daß 66⅔ Meilen auf den Grad von 500 Stadien gehen, was ſchon mit dem Berichte des Abulfeda übereinſtimmt d). Nimmt man an,

c) Abulfeda, Geog. in Proleg. b) p. 95.

a) Der Verfaſſer bedient ſich des Worts Elle ſtatt Kubitus. Allein offenbar verwirrt er die Elle mit dem Kubitus; 1) weil die Eintheilung dieſelbe iſt: 2) weil wir ſehen, daß Proclus deren eben ſo viel angiebt, denn in ſeinen Hypotheſen, ſagt er, Seite 397, daß die Dioptra des Hipparchs vier Ellen betrüge und S. 398, daß ſie nicht kleiner als vier Kubitus ſeyn müßte.

d) Alhaſen vereinigt ſich hier mit Albulfeda. Dieſer Araber ſagt, daß der Umfang der Erde 24000 Meilen groß ſei (De crepusculis, c. 6). Er hat die Erdmeſſung der Araber nicht vor Augen; denn Alfergan ſagt ausdrücklich (Elem d'Aſtr. p. 31), daß der Umfang nur 20400 hielte, ſtatt daß Ptolemåus noch Abulfeda 66⅔ Mei-

daß dieſe Stadien alexandriniſche Stadien ſind, ſo wie ſie le Roy beſtimmt hat, ſo gehen 2568 Toiſen auf eine Paraſange a); die Meile hält 856 Toiſen und der Kubitus $20\frac{544}{1000}$ pariſer Zoll, genau ſo groß und ohne die mindeſte Verſchiedenheit, wie der auf dem Nilometer von Cairo gemeſſene Kubitus. Dieß ſonderbare und glückliche Zuſammentreffen kann nicht die Wirkung des Zufalls ſeyn. Es ergiebt ſich daraus: 1) daß die Beſtimmung des Umfangs der Erde, die von den Perſern angeführt wird, dieſelbe iſt, wie die von Ptolemäus: 2) daß die von le Roy beſtimmte Größe der alexandriniſchen Stadie ſehr genau iſt und 3) daß die Perſer und Aegypter gemeinſchaftliche Maße hatten, deren Grundlage der große Kubitus war.

§. 4.

Wir wollen jetzt nicht die Genauigkeit dieſer Erdmeſſung unterſuchen, ſondern uns zu der Meſſung des Poſidonius von 240000 Stadien wenden. Mehrere Schriftſteller haben behaupten wollen, daß ſie mit der Meſſung von Ptolemäus einerlei ſei b). Wir haben auch davon den Beweis gefunden. Herodot ſagt, daß die Paraſange 30 Stadien halte c), und wenn wir von dem Werthe der Paraſange, die wir ſo eben beſtimmt haben, ausgehen, ſo betrug dieſe Stadie 85 Toiſen 3 Fuß $7\frac{2}{10}$ Zoll. Dieſe Stadie iſt dieſelbe, deren ſich Eratoſthenes zur Ausmeſſung der Erde bediente d). Sie verhält ſich zur großen ägyptiſchen oder

len auf einen Grad rechnete welches 24000 Meilen auf den ganzen Umfang beträgt.

a) Dieſe Paraſange von 2568 Toiſen, welche 3 Meilen enthält, ſcheint der Urſprung unſrer Lieues zu ſeyn, die ziemlich allgemein auf 3 Meilen gerechnet werden. Die Lieues, deren 25 auf einen Grad gehen, können auch aus derſelben Quelle herkommen. Wäre der Grad in Chaldäa auf 62525 Toiſen geſchätzt (Geſch. der ält. Sternk. 1 B. S. 177.) ſo enthielte ſie ungefähr 25 Paraſangen.

b) Erläut. 3 Buch §. 2 c) Lib. II et Lib. V.

d) Erläut. 1 B. §. 17 u. 3 B. §. 2 u. 6.

alexandriſchen Stadie wie drei zu vier. Ein ſo genaues Verhåltniß iſt ſchon ſonderbar genug. Aber ſehr merkwürdig iſt, daß dieſe Stadie ſich wie der gewöhnliche Kubitus zum großen Kubitus, wie der Kubitus von 24 Zoll zum Kubitus von 32 Zoll verhalten. Daraus erhellt, daß dieſe beiden Stadien aus dieſem Kubitus ſelbſt zuſammengeſetzt ſind; und da ſie genau in dem Verhåltniſſe der beiden Erdmeſſungen von Ptolemåus und Poſidonius von 180000 und 240000 Stadien ſtehen, ſo kann man daraus ſchließen, daß dieß eine und dieſelbe Meſſung unter zwei Ausdrücken iſt, die nur durch die Art der Stadien von einander abweichen.

§. 5.

Dieſe völlige Uebereinſtimmung ſchien uns nach allen Regeln der Wahrſcheinlichkeit auf zwei andere von Kleomedes und Ariſtoteles angeführte Meſſungen ausgedehnt werden zu müſſen. Dieſe vier Beſtimmungen ſtehen in genauen Verhåltniſſen unter einander und man ſieht leicht ein, daß Meſſungen die von einander abgeſondert, angeſtellt ſind, und worauf verſchiedne Fehler Einfluß haben dieſer genauen Verhåltniſſe, die nur aus dem Verhåltniſſe der Stadien, wornach dieſe Meſſungen vorgenommen ſind, entſpringen können, nicht fåhig ſind. Dieß ſtimmt ganz mit den Geſetzen der Wahrſcheinlichkeit überein; allein wir wollen lieber der Ordnung der Beweiſe als unſerm Ideengange folgen.

Als wir die Memoires des Academies des Belles-Lettres et Sciences zu Rathe zogen, fanden wir, in den gelehrten Werken der Herren Caſſini, de l'Isle, Freret, d'Anville und anderer vier Stadien a):

a) M. Freret, Mem. de l'Acad. des Inſc. T. XXIV, p. 504.
M. le préſ de Broſſes, ibid. T. XXVII. p. 39.
M. Deliſle, Mém. Acad. des Scien. 1721. p. 56.
M. Caſſini, Mem. Acad. des Scien. 1702. p. 19.
M. Buache, Mem. Acad. des Scien. 1731. p. 119.
M. d'Anville, Meſures itinéraires, p. 147
M. le Roy, Ruines de la Grece, p. 54.

nämlich; die alexandriniſche Stadie von ungefähr 114 Toiſen; eine zweite Stadie von 85 Toiſen; und zwei andere kleinere, die eine von 68 Toiſen, die andere von 51 Toiſen, alle in runden Zahlen angegeben a) Wir bemerkten, daß dieſe vier Stadien in dem Verhältniſſe 9, 12, 15, 20, ſtanden, und zugleich, daß die Beſtimmungen des Umfangs der Erde von 400000, von 300000 von 240000, und 180000 Stadien daſſelbe umgekehrte Verhältniß hatten, und ſich wie die Zahlen 20, 15, 12 und 9 verhielt. Dieß führte uns auf den ſonderbaren aber einleuchtenden Schluß, daß die vier Beſtimmungen nur eine und dieſelbe in verſchiednen Stadien angeführte und überſetzte Meſſungen ſeien.

Die Verhältniſſe dieſer verſchiednen Erdmeſſungen geben ein Mittel der wahren Größe der Stadien, die in den Werken der angeführten Akademiker angegeben wird, zu beſtimmen; mit dem Unterſchiede, daß ihre Methode, ſie aus den geographiſchen Meſſungen der Alten herzuleiten, ihnen nur eine ungefähre Näherung geben konnte; hingegen die unſrige von den Verhältniſſen, welche unendlich wenig von den ihrigen verſchiedne Reſultate giebt, einen abſoluten Werth angiebt, und einer ſtrengen Genauigkeit entſpricht.

§. 6.

Wir haben die Paraſangen zu 2568 Toiſen beſtimmt. Der große ägyptiſche Schönus von 60

a) Hier folgen die vier Stadien, wie wir ſie durch ihre Verhältniſſe mit der alexandriniſchen Stadie beſtimmt haben.

114 Toiſ.	0 Fuß	9 Zoll,	60
85	3 -	7	20
68	2	10	56
51	1	1	91

Caſſinis und Frerets Beſtimmungen gründen ſich auf verſchiedne geographiſche Meſſungen Freret beſtimmt die eine Stadie von 83 T. 0 Fuß 7 Zoll 4 L. Caſſini eine Stadie von 85 T. Freret beſtimmt die beiden andern von 68 T. 3 F. 5 Z. 4 L. und von 51 T. 2 F. 6 Z. 11 L. Man ſieht daraus daß die Stadien, ſo wie wir ſie angeben, mit den Stadien dieſer Akademiker einerlei ſind.

Stadien a) war das Duplum der Paraſange und folglich 5136 Toiſen. Es iſt ſchon merkwürdig genug, bei den Aegyptern, Chaldäern und Perſern gemeinſchaftliche Maße zu finden. Die Aegypter und Chaldäer waren immer Nebenbuhler, oft Feinde; die Aegypter eiferſüchtig auf die Perſer gingen ſogar ſo weit, ihre Könige ſchwören zu laſſen, nie eine fremde Gewohnheit einzuführen, und konnten alſo wohl nicht geneigt ſeyn, die Maße ihrer Nachbaren anzunehmen. Allein das iſt nicht alles; aus den geographiſchen in Indien angeſtellten Meſſungen erhellet, daß der Coß, eine Art von indianiſchen Maße ungefähr 1285 Toiſen, und der Gau, ein andres indianiſches Maß ungefähr 5139 Toiſen beträgt b). Pietro della Valle c) ſagt zugleicher Zeit, daß das eine von dieſen Maßen die Hälfte, und das andere das doppelte der Paraſange ſei. So wie wir die Paraſange beſtimmt haben iſt dieß wirklich der Fall.

H. D'Anville hat aus alten geographiſchen Meſſungen, die mehrere Jahrhunderte vor unſrer Zeitrechnung unternommen ſind, geſchloſſen, daß ein Grad unſrer Erde 445 chineſiſche Lys hielte d); der Ly hat 1800 Kubitus, und der alte chineſiſche Kubitus 8 Zoll. Dieß kleine Maß, daß ſchon denſelben Namen und dieſelben Unterabtheilungen hat, ſcheint ein Viertel von dem Kubitus von Cairo und Babylon zu ſeyn; und wenn man ihn wirklich ſo annimmt, ſo hält der Ly 128 Toiſen vier Fuß; und der Grad, der dem von Ariſtoteles angezeigten ähnlich iſt, enthielt genau $444\frac{1}{2}$. Dieß Reſultat bewegt uns zu glauben, daß der Kubitus der Chineſer, ihr Grundmaß wirklich den vierten Theil von dem Babyloniſchen Kubitus betrug. Es herrſchte alſo in den ältern Zeiten in ganz Aſien eine völlige Ueber-

a) Herod. loco citat.
b) Erläut. 3tes B. §. 17.
c) Man ſehe ſeine Reiſe.
d) Meſ. itin. p. 167.

einſtimmung der Maße, ein Beweis einer gemeinſchaftlichen Quelle und eines gleichen Geiſtes; allein nicht weniger merkwürdig iſt die Proportion, worin dieſe Maßen ſtehen und ihre Zuſammenkettung.

Man findet zuerſt den Kubitus von $20\frac{544}{1000}$ Zoll, ferner zwei kleine Maße, das eine von ſechs, das andere von zehn Kubitus. Dann giebt es noch größere Maße der perſiſche Schönus von 60 Kubitus; eine erſte Stadie, das Dreifache der perſiſchen Sonne von 180 Kubitus; eine zweite Stade von 240; eine dritte von 300; endlich die vierte, die alexandriniſche Stadie von 400. Die großen Maße ſind die perſiſche Meile von 3000 Kubitus, der indianiſche Coß von 4500, die perſiſche Paraſange von 9000, und der indianiſche Gau, der mit der ägyptiſchen Schoene einerlei iſt, von 18000 Kubitus. Wir laſſen hier die umſtändlichere Beſchreibung weg, aber die neuern Maße, die griechiſche Stadie, die arabiſche und hebräiſche Meile, der philetäriſche Fuß, der griechiſche und römiſche Fuß, können leicht aus derſelben Quelle nämlich dem Kubitus hergeleitet werden. Alle dieſe Maße ſind, wie man ſieht, aliquote Theile von einander; ſie hängen durch genaue und beſtimmte Verhältniſſe zuſammen; und haben alle den großen Kubitus von $20\frac{1}{2}$ Zoll zur Grundlage.

§. 7.

Dieß allgemeine Syſtem iſt ein neues und merkwürdiges Gemälde. Man erſtaunt, wenn man ſieht, daß von dieſen auf einander folgenden Maßen, dieſe Perſien, jene Aegypten gehören, und einige ſich nur in Indien finden; nichts charakteriſirt mehr die Ueberreſte, welche wir ſo oft wiedererkannt und angezeigt haben. Dieß iſt das allgemeine Syſtem, deſſen Theile zerſtreut ſind, und das wir in der Geſchichte der ältern Aſtronomie als einen ſtarken Beweis eines uralten frühern Volks, das den nachfolgenden Völkern zum Lehrer diente, angeführt haben.

Iſt es glaublich, daß man ſich dieſe Maße in den bekannten Epochen der Geſchichte einander mitgetheilt

habe? Wie läſſet ſich eine ſolche Mittheilung denken, wenn man ſieht, wie jetzt und ſeit langer Zeit, in Aſien alle Verbindung aufgehoben iſt; und wie läßt ſie ſich in weit entferntern Zeiten annehmen, als die Reiche gegründet wurden, als die unbebaute und wilde Erde noch nicht von der Hand des Menſchen bearbeitet und die neuen Nationen noch iſolirt, unwiſſend und wild waren, und endlich die Menſchen noch gleich dem Viehe ohne alle bürgerliche Einrichtung in einem gemeinſchaftlichen Elende nichts zu vertauſchen hatten? Anfangs ſchwach, in geringer Anzahl, machten ſie ſich es zur erſten Sorge, ſich zu trennen, um deſto leichter ihren Unterhalt zu gewinnen, und ſich zu iſoliren, um den Krieg zu vermeiden. Aſien zeigt uns den alten und urſprünglichen Charakter des Menſchen. Er ſcheint ſein eigenes Geſchlecht mehr gefürchtet zu haben, als alle übrigen; in ſeiner Familie, in ſeiner Nation eingeſchloſſen bot ihm die übrige Natur nur Feinde dar. Dieſe Furcht hat ſich fortgepflanzt, ſie iſt der allgemeine und unveränderliche Geiſt von Aſien geworden a). Das Menſchengeſchlecht mußte auf der Erde erſt ein gewiſſes Alter erreichen, um mit ſich ſelbſt vertraut zu werden; ſeine Vervollkommnung hat die Empfindungen der Menſchlichkeit und Liebe hervorgebracht, die darauf abzwecken, alle Menſchen mit einander zu vereinigen, und aus allen Bewohnern der Erde ein einziges Volk von Brüdern zu machen. Die Ideen von allgemeiner Societät, von Weltbürgerſinn, ſind ſehr neu; auch ſind ſie nur wenig verbreitet, und haben nur in ſanften Gemüthern und in philoſophiſchen Köpfen Wurzel gefaßt. Was könnte man überdieß aus dieſen Verbindungen ſchließen? Nie ſind ſie offenbar, nie die Völker ſo vereinigt geweſen, als heutzutage in Europa durch Handel, Künſte und Wiſſenſchaften, und doch ſind die Meilen und überhaupt alle Maße dieſer Völker verſchie-

a) Man ſehe über die Schwierigkeit der Kommunikation den 5ten unſrer Briefe an Voltaire.

den. Sie haben keine Einheit, worauf man ſie auf gleiche Weiſe beziehen könnte. Sie ſtellen kein ſolches Syſtem dar, als das, was wir ſo eben entwickelt haben; und dieß Syſtem iſt ein großer Charakter, der die Einheit der Erſindung ankündigt. Man ſucht ſeit langer Zeit ohne Erfolg, Mittel, in Frankreich ein gemeinſchaftliches Maß einzuführen. Wie viele Jahrhunderte würden nicht dazu gehören, damit dieß Maß in ganz Europa allgemein würde! Welch ein Uebergewicht müßte nicht das Volk haben, von dem die übrigen dieß Maß annehmen ſollten.

Man wird nicht verlangen, daß wir umſtändlich erzählen ſollen, wie dieſe vortreflichen Einrichtungen entſtanden, und ihre Trümmer zerſtreut worden ſind. Durch einen langen Zeitraum von dieſen Revolutionen entfernt würden wir bloß einen Roman ſchreiben können; aber wir wollen Warheiten aufzuſtellen ſuchen. Vielleicht ſind in den Zeiten, wo nur ein kleiner Theil der Erde kultivirt war, und das Uebrige von wilden, rohen Völkern bewohnt wurde, einige Haufen, einige Kolonien oder auch einige einzelne Menſchen ausgewandert und zu dieſen rohen Nationen gekommen, und haben ſie belehrt, wie Foſi in China, Uranus bei den Atlantiern, Diemſhield in Perſepolis, die Chaldäer in Babylon und die Braminen in Indien a). Wir haben bemerkt, daß faſt alle alte Völker durch Fremde kultivirt wurden. Zeugt dieß nicht von einem erſten Volke, das ſich ſelbſt kultivirt hat? Auf die Art konnten weiſe Einrichtungen verpflanzt und ſelbſt in das Innere der Barbarei verſetzt werden. Die Belehrung hat durch dieſe Verbindung die thörigten Meinungen, geſchwächt, die Ungereimtheiten haben ſich durch ſinnreiche Methoden und philoſophiſche Ideen vereinigt; und man findet bei demſelben Volke, in derſelben Stadt die Verirrungen der Kindheit und die Reſultate des reifen Alters.

a) Man ſehe unſre Briefe an H. v. Voltaire und beſonders den 6ten.

Wie es auch um dieſe Möglichkeiten ſtehen mag, ſo iſt es uns hinlänglich bewieſen zu haben, daß dieß allgemeine Syſtem das Werk eines einzigen Volks iſt. Die alten Maße der bekannten und untergegangnen Völker und die heutigen noch exiſtirenden Maße der Orientaler ſind die Ueberreſte eines großen Ganzen, das wir wieder aufgebauet haben. Der Kubitus, die Baſis aller Baſis, vielleicht das erſte, deſſen ſich die Menſchen bedient haben, hat ſich unverändrt auf dem Nilometer von Cairo erhalten. Es exiſtirt noch zu Florenz unter einem andern Namen a) und iſt ein koſtbares Denkmahl des höchſten Alterthums.

§. 8.

Ohne Zweifel ſteht dieſer große Kubitus nicht mit der menſchlichen Statur, ſo wie ſie jetzt iſt, in Proportion. Vielleicht gehört ſie einer ſtärkern Konſtitution, und dieſer einzigen Betrachtung wegen ſcheint man ſie den nördlichen Völkern beilegen zu müſſen. Sie erinnert uns an jene Fabeln, oder an die Alterthümer aller Nationen, welche uns die erſten Menſchen als ein Rieſengeſchlecht mahlen; ſie ſtimmt auch mit der Meinung des H. v. Buffon überein, daß die Menſchen in den entfernten Jahrhunderten größer und ſtärker geweſen ſind b) Wahrſcheinlicher iſt jedoch die Vermuthung, daß man den Kubitus um ihn von dem Maße der Erde abhängig zu machen, vergrößert hat. Die Alten haben, eben ſo wie wir, die Idee gehabt, ihre Maße dadurch unveränderlich zu machen, daß ſie ſie aus der Natur nahmen; und dieſe Idee, die bei uns noch unausgeführt iſt, ſcheint von ihnen erfüllt zu ſeyn. Wenn die Orientaler von dem Kubitus und von der Unterabtheilung in 24 oder 32 Zolle reden, ſo bezeichnen ſie ſorgfältig eine Art Fruchtkörner und die Zahl dieſer Körner, die neben einander gelegt, die Größe eines Zolls beſtimmen.

a) Voyage de M. Caſſini en Italie. Mem. Acad. Scien. Tome VII, p. 23.

b) Man ſehe den dritten Brief an Voltaire.

Dieſe Methode iſt ſehr mangelhaft; wenn, wie nicht zu zweifeln iſt, die ähnlichen Produkte eines und deſſelben Bodens in Aſien, wie in Europa verſchieden ſind. Wir reden nicht von dem Erfolge ſondern von dem Gegenſtande der Methode. Es ſind Blinde, die den Weg verloren haben, die ihn ſuchen; aber ſie erinnern ſich, daß ihre Voreltern ihn gegangen ſind. Den Geſetzen der Wahrheit zufolge konnte der Umfang der Erde nicht grade 400000 Stadien, 8000 Paraſangen, 72000000 Kubitus groß ſeyn, wenn dieſe Längenmaße nicht nach der Größe dieſes Umfangs ſelbſt eingerichtet waren. Eben ſo verhält es ſich mit unſrer gemeinſchaftlichen Lieue von 2283 Toiſen, welche neun tauſendmal in dem Umfange eines größten Kreiſes der Erde enthalten iſt, und die dieß genaue Verhältniß nicht haben würde, wenn ſie nicht ſo angenommen wäre, daß 25 auf einen Grad und 9000 auf den Umfang der Erde gingen. Aber mit welcher Größe und Ausdehnung, hatten die Alten dieſen Entwurf ausgeführt? Außer den vier Stadien und der Paraſange, die, wie wir geſehen haben, mit der Meſſung der Erde in Verbindung ſtanden, waren alle in den weiter oben angeführten Maßen auf gleiche Weiſe durch ihre Verhältniſſe mit den erſtern enthalten. Die Menſchen alſo, welche von der Zeit hinweggeriſſen und wieder erneuert, ſahen daß die Werke der Natur, eben ſo wie ſie ſelbſt vergingen, hingegen die Erde unerſchütterlich war, und immer fortdauerte, nahmen in den Abmeſſungen derſelben den unveränderlichen Abdruck der Maße, die ſie ewig machen wollten, an. Ein Weſen, daß nur einen Augenblick lebt, ſtrebt ehrgeizig, ſein Leben durchs Andenken zu verlängern und ſeine Einrichtungen zu vereinigen. Er will dann noch nützlich ſeyn, wenn es nicht mehr iſt. An die Stelle dieſes Weſens kommen andere, welche dieſelben Bedürfniſſe, dieſelben Wünſche haben. Der Modulus der Längenmaße, iſt für alle Jahrhunderte zur Belehrung der Wirthe in den Grad des gemeinſchaftlichen Hauſes eingegraben worden. Man darf jetzt nur noch einen Grad der Erde meſſen, um mit

Genauigkeit alle Maße der Alten wieder zu finden und das allgemeine Syſtem, welches unſere Bewunderung verdient hervorzurufen.

§. 9.

Dieß allgemeine Syſtem, dieſe Beſtimmung der Maßen, ſetzte eine genaue Meſſung der Erde voraus. Dieſe Genauigkeit iſt noch ein Reſultat der vorigen Unterſuchungen. Die fünf Erdmeſſungen welche wir angeführt haben, ſtimmen völlig mit einander überein; ſie müſſen gleich fehlerhaft oder gleich genau angeſtellt ſein. Die von 400000 Stadien, welche Ariſtoteles den alten Mathematikern zuſchreibt, muß die erſte ſeyn; die andern ſind bloß Kopien oder Umformungen. Nimmt man aber das Syſtem der Maße, ihre Verhältniſſe und unſre Beſtimmung der Stadien an, wie man, wie es uns ſcheint, durchaus nicht umhin kann, ſo wird man geſtehen müſſen, daß dieſe Erdmeſſung von einer erſtaunlichen Genauigkeit iſt. Wendet man die Kleinſte von den vier Stadien darauf an, ſo ergiebt ſich, daß der Grad 57066 Toiſen hält, alſo etwa 6 Toiſen von unſern genauen Beſtimmungen abweicht. Wir haben geſagt a), dieß Maß ſei grade, weil es ſehr genau iſt, nicht das Werk der Griechen, die vor Ariſtoteles gelebt haben. Ueberdieß nennt Ariſtoteles die Verfaſſer davon nicht, und legt auch ſeinem Vaterlande die Ehre nicht bei; ein ſtarker Beweis, daß die Griechen kein Recht dazu hatten. Wir ſehen in Aſien keine von den alten Nationen, der ſie zugehören könnte. Die Chaldäer haben die Länge eines Grades mit Schritten gemeſſen; wir haben das Reſultat ihrer Meſſung, welche ungefähr um ein Zehntheil abweicht. Die Chineſer haben erſt nach dem Anfange unſrer Zeitrechnung den Grad gemeſſen. In den ältern Zeiten nahmen ſie die Erde als ein Quadrat an. Kennt man ihre Geſtalt nicht, ſo iſt man noch weit weniger im Stande ihre Größe zu beſtimmen. Ueberdieß glaubten ſie die einzigen

a) Geſch. der Sternk. des Alterth. S. 88.

Beſitzer der Erde zu ſeyn; und da ſie nicht einmal ihr Land zu meſſen verſtanden, wie würden ſie die Erde haben meſſen können? Die Indier haben daran nie gedacht; ſie kennen kaum die beiden Halbinſeln, worauf ſie wohnen, und bekümmern ſich wenig um die Größe und Abmeſſungen der Erde. Die genaue Meſſung dieſer Kugel und die Künſte, welche ſie vorausſetzt, können alſo nur einem unbekannten Volke des Alterthums zugeſchrieben werden. Wie könnte aber dieß Volk unbekannt ſeyn, wenn es zu den Zeiten der Chineſer und Indier exiſtirt hätte, da doch das Andenken ihrer Wiſſenſchaften und ihrer Philoſophie bis auf uns gekommen iſt? Man wird nicht behaupten wollen, daß die Griechen den Namen dieſes Volks verheimlicht hätten, denn ungeachtet ihres Stolzes, ungeachtet der Begierde ſich fremdes Verdienſt zuzueignen, führen ſie doch alle Augenblicke die Aegypter und Chaldäer als ihre Lehrer an. Man muß alſo glauben, daß dieß Volk welches ungeachtet ſeiner Wohlthaten ſeit vielen Jahrhunderten auf der Erde vergeſſen und den Griechen, und denen, welche durch ſie unterrichtet wurden unbekannt war, noch vor den alten Völkern Aſiens exiſtirte.

§. 10.

Wir haben hier noch eine Bemerkung zu machen, die zu intereſſant und zu wichtig iſt, als daß wir ſie ganz übergehen könnten. Wir werden in der Folge dieſer Geſchichte ſehen, daß die Erde keine genau kugelförmige Geſtalt hat; ſie iſt am Aequator erhaben, und gegen die Pole zu niedrig und eingedrückt. Dieß iſt eine der ſchönſten Entdeckungen Newtons und unſrer Zeiten. Aus dieſer Geſtalt folgt, daß die Grade unter demſelben Meridiane alle ungleich ſind, und vom Aequator bis zum Pole zunehmen. Der Grad, den man in Peru unter den Aequator gemeſſen hat iſt um 321 Toiſen kleiner als der Grad in Frankreich. Hingegen iſt der Grad unter dem Polarkreiſe, im nördlichen Schweden gemeſſen um 348 Toiſen größer. Unter mehrern Beobachtern,

welche mit gleicher Genauigkeit, in verſchiednen Erdſtrichen und in verſchiednen Entfernungen vom Aequator die Länge eines Grades beſtimmten, würden nicht zwei ſeyn, die einerlei Größe herausbrächten. Nun iſt der Grad der ſich aus der von Ariſtoteles angezeigten Meſſung ergiebt, genau ſo groß, wie der den man zwiſchen Paris und Amiens gemeſſen hat; ein Grad, der mit einer Breite von 49 bis 50° korreſpondirt, unter welcher wir durch eine unendliche Menge von Thatſachen und wahrſcheinlichen Konjekturen den urſprünglichen Sitz der Wiſſenſchaften in Aſien gefunden haben. Wir wollen dieſem Beweiſe nicht mehr Wichtigkeit und Stärke beilegen, als er zuläßt. Kann aber der menſchliche Verſtand ſich ſchmeicheln, die Wahrheit gefunden zu haben, ſo darf er es, wenn neue Thatſachen und neue Wahrſcheinlichkeiten ihn beſtändig wieder auf denſelben Schluß zurückführen.

§. 11.

Denkt man an die unermeßliche Entfernung, welche China und Chaldäa von einander trennt und an die Schwierigkeit der Mittheilung in den ältern Zeiten mitten durch Wüſteneien oder iſolirte Völkerſchaften, ſo begreift man nicht, wie die Chineſer und Chaldäer gemeinſchaftliche Maße haben konnten und man fällt auf den ſehr natürlichen Gedanken, daß ſie ſich gleichſam, wie aus einem Mittelpunkt, bis an die beiden äuſſerſten Enden Aſiens verbreitet haben. Man darf nur um dieſe Muthmaßung ganz zu beſtätigen, die babyloniſchen Maße in den Ebnen der Tartarei aufſuchen. Carpin a), ein Mönch der vom Pabſte im dreizehnten Jahrhundert als Miſſionär nach der Tartarei geſchickt wurde, fand in den Zelten dieſer herumziehenden Horden einen Fuß, der mit dem Kubitus von Cairo und Babylon völlig übereinſtimmte. Er beſtand aus ſechszehn Zoll, welche den zwei und dreißig Zollen dieſes Kubitus gleich waren. Hier iſt alſo der Ort, von wo die Kennt-

a) Erläut. 3tes Buch, §. 19.

niſſe ausgingen, und der ehemals das Band der Verwandſchaft zwiſchen den Chineſern und den alten Perſern oder Chaldäern war. Dieſe alten Maße ſind die Zeugen einer uralten Einheit. Was die Beſtimmung des Umfangs der Erde betrifft, ſo erſtaunt man, daß ſie in dieſen jetzt von Barbaren bewohnten Ebnen der Tartarei unternommen iſt, und dieſer Theil der Welt ſcheint der erſte geweſen zu ſeyn, der verwüſtet und nachher verlaſſen wurde, und wo Unwiſſende die Stelle der Verehrer der Künſte einnahmen. Die unwiſſenden und barbariſchen Türken ſind die Beherrſcher von Griechenland, deſſen alte Bewohner für die Meiſterwerke des Sophokles und Euripides Theater baueten, und die Vorgänger der herumſtreifenden und rohen Tartaren kultivirten vermuthlich auf gleiche Weiſe in feſten Wohnungen die Künſte, und unternahmen die Meſſung der Erde. Selbſt die Kälte dieſes Erdſtrichs iſt zum Theil eine Folge von der Abweſenheit der Menſchen; eine gefrorne und mit Schnee angefüllte Atmoſphäre, ein feuchter und moraſtiger Boden iſt das Trauergewand der ſich ſelbſt überlaſſnen Natur. Denn ſie wird von dem Menſchen beherrſcht, und er formt ſie nach ſeinem Gefallen, um ſie fruchtbarer, geſunder, und ſchöner zu machen. Er hauet die Wälder um, er trocknet die ſtehenden Sümpfe aus, um die Luft, welche er athmet, zu reinigen und zu erwärmen; eben ſo zertheilt er in heißen Erdſtrichen die Flüſſe und eröffnet Kanäle, um eine heilſame Feuchtigkeit zu verbreiten, und Thau hervor zubringen, der den Buſen der Erde tränkt und die erhitzte Atmoſphäre abkühlt. Die Kälte und die Einöden des nördlichen Aſiens, die Roheit ihrer nomadiſchen Bewohner, verhindern alſo nicht, das die Meſſung der Erde in glücklichern Zeiten, deren Andenken verloren iſt, daſelbſt unternommen und ausgeführt ſei: und wie will man dieß leugnen, wenn man ſieht, daß dieß Andenken nicht ganz verloſchen iſt; wenn man in China, ſelbſt vor unſrer Zeitrechnung, eine Tradition von der gemeßnen Erde ohne einen Begriff von der Meſſung

ſelbſt findet; wenn man zu Babylon eine alte erhaltne Meſſung, ohne eine Tradition weder von den Verfaſſern noch der Zeit oder den angewandten Mitteln antrifft. Dieſe Thatſachen von China und Babylon laſſen ſich ungeachtet der Entfernung der Oerter mit einander vereinigen. Die Meſſung und Tradition ſind anders woher gekommen: aber nicht aus Indien, wo ſich alles erhält, und wo davon kein Andenken übrig iſt. Dieſe alte in Stadien und Kubitus ausgedrückte Meſſung, die ſich in unſern Zeiten in der Tartarei wieder findet, zeiget ſelbſt das Land an, woher ſie gekommen iſt. Dieß war die beſtändige Pflanzſchule der Menſchen; aus dieſem Lande kamen die Eroberer von China und Indien; dieß Land iſt es vorzüglich, wo die Arbeit angefangen a), wo der Menſch ſeine Herrſchaft über die Natur entdeckt, wo er ſich durch einen langen Aufenthalt vervielfältigt, durch zuſammengekettete und aufeinanderfolgende Anſtrengungen erhoben und den erſten Mittelpunkt der Bevölkerung und des Lichts gegründet hat.

§. 12.

Was man auch über dieſen uralten Urſprung denken mag, ſo iſt doch die völlige Uebereinſtimmung der vier Beſtimmungen des Umfanges der Erde, das allgemeine und kombinirte Syſtem der Maßen, welches ſich daraus ergiebt, der alte Zuſtand der Dinge, welcher nicht erlaubt, ſie einem von den bekannten Völkern zuzuſchreiben, der Umſtand, daß dieſe Meſſung dem neun und vierzigſten Breitengrade gehört, Gründe für die Meinung eines frühern Volks, die den höchſten Grad der Wahrſcheinlichkeit haben, und zu denen noch überdieß die ſchon angeführten hinzukommen. Wir verlangten nur nach dem Ganzen unſerer Beweiſe beurtheilt zu wiſſen: die Zuſammenſtellung, das Gemälde dieſer Beweiſe iſt die ganze Geſchichte der Aſtronomie. Allein man erlaube uns die Bemerkung, daß ein faſt gleiches Studium, eine faſt gleiche Aufmerkſamkeit, wie die unſrige, dazu

a) Man ſehen den 8ten unſrer Briefe an H. Voltaire.

gehört, um uns mit Billigkeit zu beurtheilen. Die phyſiſchen Wahrſcheinlichkeiten ſind der Gegenſtand einer Wiſſenſchaft; man wendete darauf die Rechnung an. Der Zufall, welches nur ein Wort iſt, um die Zuſammenkettung der unbekannten Urſachen auszudrücken, iſt Geſetzen unterworfen. Man muß nur die Summe der Fälle wiſſen, um einen jeden ſeinen Grad von Wahrſcheinlichkeit zu geben. Dieſe Kunſt des Kombinirens, wornach man den Zufall beurtheilt, iſt jedoch ſchwer: ſie hat Geometer vom erſten Range beſchäftigt. Bei moraliſchen und politiſchen Wahrſcheinlichkeiten, bei Thatſachen der Menſchen und Völker, worauf die Leidenſchaften, der Wille, die Einſicht und die Vollkommenheit des Menſchen Einfluß haben, verdoppelt ſich die Schwierigkeit, und die Ungewißheit wird größer. Man kennt weder die Zahl noch die Intenſität der Kräfte, welche gewirkt haben, genau. Man findet in der Geſchichte nur die Reſultate der Verbindung der Kräfte und die Wirkungen der Verwickelung der Mittel. Die Hinderniſſe ſind verſchwunden; man bemerkt kaum die Spuren des Widerſtandes, der dieſe Wirkungen gehemmt hat; und doch ſind alle dieſe Elemente zur Auflöſung der Aufgabe nothwendig. Ihre Natur verbietet die Anwendung geometriſcher Methoden, und man darf ſich zu keiner demonſtrativen Auflöſung Hoffnung machen. Die Kritik allein, durch die Philoſophie aufgeklärt, mit der Wagſchale in der Hand, kann zu einer Aufzählung und zu einer genauen Schätzung ſchreiten. Vergißt man aber eine einzige Thatſache oder nimmt ihr eine ungetreue Wage etwas von ihrem Gewichte, ſo iſt die Rechnung und das Urtheil falſch. Die Idee, welche wir von einem frühern Volke aufſtellen, iſt natürlich; es iſt nichts einfachers als ſich ein Volk zu denken, das vor einem andern vorherging. Wären die Seelen, wie Locke wollte, einer unbeſchriebnen Tafel ähnlich, ſo würde dieſe ſo wahrſcheinliche Idee vielleicht ohne Schwierigkeit angenommen werden; und vermuthlich widerſteht nur die entgegengeſetzte Idee, durch ihr alte und

tiefe Wurzel. Es koſtet mehr Mühe, Meinungen zu beſtreiten, als neue zu gründen. Wir waren ſelbſt von Vorurtheil für die alte Meinung eingenommen; und wenn man dieſen Theil des Werks beurtheilen will, ſo muß man eben das thun, was der Verfaſſer bei der Ausarbeitung deſſelben that; man muß die Menge von Wahrſcheinlichkeitsgründen zuſammennehmen, jeden aufmerkſam betrachten, ihr Gewicht und ihre Klarheit ſchätzen. Alsdann werden die vereinigten Zeugniſſe Evidenz hervorbringen, und der Leſer durch die von allen Seiten auf ihn zurückgeworfenen Strahlenbüſchel erleuchtet, wird, wie dieß der Fall bei uns war, durch die Maße der angehäuften Wahrſcheinlichkeits-Gründe fortgeriſſen werden.

§. 13.

Man wird uns nicht vorwerfen, daß wir um den älteſten Menſchengeſchlechten mehr Glanz zu geben, die gegenwärtigen Generationen plündern, und in ihr Zeitalter das hinübertragen, was dem unſrigen zur Ehre gereicht. Wir tragen die Wahrheiten vor, die wir entdeckt haben; wir laſſen jedem die Gerechtigkeit wiederfahren, die wir ihm ſchuldig zu ſeyn glauben, und wir ſind reich genug um dieſe Opfer zu bringen. Die theoretiſchen Wahrheiten ſind vielleicht alle neu; ſie enthalten eine unendliche Menge Entdeckungen, die nicht erneuert zu ſeyn ſcheinen. Wir ſcheinen auf einen entſchiednen Vorzug Anſpruch machen zu können. Konnten wir aber dieß nicht, ſo loben wir die alten Bewohner der Erde nur, wenn wir ſagen, daß ſie uns geglichen haben. Der Menſch immer ſich ſelbſt ähnlich, hat zu allen Zeiten dieſelben Organe und dieſelbe Fähigkeit der Vervollkommung; das Geſchlecht, welches untergeht, hatte eben ſo ſeinen Frühling wie die heranwachſende Jugend. Sollten wir allein das Vorrecht haben, wiſſenſchaftliche Kenntniſſe zu beſitzen? Erreichen wir den höchſten Grad von Aufklärung, ſo iſt dieß ein Beweiß, daß er die Kräfte des Menſchen nicht überſteigt, daß andere vor uns eben ſo wie wir auch dahin gelangen können. Eu-

ropa ſieht jetzt die glänzendſte Epoche der Wiſſenſchaften, was ſchadets ſeinem Ruhme, wenn vor dieſer Epoche ſchon eine andere vorhergegangen iſt? Iſt es nicht ſchon genug für uns, wenn das aufgeklärteſte Jahrhundert uns nicht übertroffen hat, und wenn wir faſt in keinem Jahrhundert, ſo lange die Welt ſteht, unſers Gleichen finden.

§. 14.

Da dieſe alte von Ariſtoteles erwähnte Meſſung mit den vier andern und vorzüglich mit der, die dem Poſidonius zugeſchrieben wird, völlig übereinſtimmt ſo könnte man glauben, daß dieſer Philoſoph die Erde nicht gemeſſen hätte. Man konnte ſich einbilden, daß er ſich nur, wie es ſo viele Griechen, vor ihm gemacht haben, die Ueberreſte des Alterthums zugeeignet, ſie unter ſeinem Namen gezeigt und mit fremden Ruhme geglänzt habe. Allein ungeachtet er auch nicht vor allem Verdachte geſichert iſt, wie wir bald bemerken werden, ſo ſcheint er doch gewiß die Erde gemeſſen zu haben. Das Zeugniß des Kleomedes, ſeines Zeitgenoſſen und Schülers iſt untadelhaft und entſcheidend; man ſieht ſogar, daß Poſidonius durch zwei verſchiedene Unternehmungen dazu gelangt iſt. Ueberdieß führt die Thatſache ſtärkere Charaktere bei ſich als dieß Zeugniß; Charakte, welche den Erfindungen, die wir ihren Uſurpatoren genommen haben, fehlten. Das Reſultat, welches man uns giebt, iſt die Frucht einer angeführten Beobachtung: man erzählt ſie mit Umſtänden begleitet, welche die Zeugen der Wahrheit ſind. Die Betrügerei iſt nicht ſo fruchtbar; ſie fürchtet und vermeidet umſtändliche Beſchreibungen, welche ſie verrathen. Das Gewiſſen hat eine geheime Stimme, und man befindet ſich, wenn man lügt in einem zwangvollen Zuſtande, aus dem man ſo bald als möglich herauszukommen ſucht. Wenigſtens muß die Lüge geſchickt ſeyn, denn ſie bringt keine Umſtände vor, die ſie verrathen: die

Erzählung des Poſidonius würde beſſer eingekleidet ſeyn, wenn ſie nicht wahr wäre. Dieſer Philoſoph würde, da er ſowol in der Aſtronomie, als in der Phyſik Kenntniſſe hatte, darin nichts gegen ſich vorgebracht haben. Das Licht entfernt ſich von der Lüge; es hellt die majeſtätiſchen Formen der Wahrheit auf, und läßt nur Unförmlichkeiten um ſie her ſehen. Wagt man es aber die Menſchen zu betrügen, und vereinigt ſich das Genie mit der Betrügerei, ſo wird freilich dieſe traurige Verbündung beſſer eingekleidet, und weniger zu ergründende Irrthümer hervorbringen.

Poſidonius verfuhr bei der Erdmeſſung ungefähr wie Eratoſthenes. Er wußte, daß der Stern im Schiffe, Kanopus genannt, für Griechenland nicht aufging, daß er zu Rhodus kaum über dem Rande des Horizonts erſchien, und durch dieſelbe tägliche Revolution faſt in demſelben Augenblicke unterging, in welchem er aufging; zu Alexandrien war ſeine größte Höhe $7^{\circ}\frac{1}{2}$ Poſidonius, ſagt man, ſchloß daraus, daß der Bogen des Meridians, der zwiſchen dem Zenith von Rhodus und Alexandrien enthalten iſt, den 48ſten Theil des Umfangs betrug; und da die Entfernung der beiden Städte, die er unter einem Meridiane annahm, 5000 Stadien hielt, ſo gab er dem Umfange der Erde 240000 Stadien.

Wir legen dem Poſidonius eine zweite Meſſung bei, die ebenfalls von Kleomedes angeführt wird. Lyſimachia war 20000 Stadien oder 360 geogr. Meilen von Syene entfernt. Der Bogen am Himmel zwiſchen den Scheitelpunkten war der 15te Theil der Peripherie; er folgerte daraus, daß dieſer Umfang 300000 Stadien betrüge. Wir wiſſen wohl, was man gegen dieſe Meſſungen einwerfen kann; aber die Fehler welche daraus entſpringen würden, ſind zu groß um glaublich zu ſeyn: Poſidonius hatte zu viele Kenntniſſe, als daß er ſie nicht hätte vermeiden ſollen. Eratoſthe-

nes war ſein Vorgänger, er mußte es alſo beſſer machen als jener, der ſein Reſultat unterdrückten. Nehmen wir an, daß dieß Reſultat beſſer war als das von Eratoſthenes: ſo ſtimmen wir in unſerm Urtheil mit Ptolemäus überein, der nur das Reſultat von Poſidonius anführt; endlich iſt auch unſer Urtheil auf daſſelbe Reſultat gebaut, welches mit der von Ariſtoteles angeführten Meſſung übereinſtimmt, und wovon wir ſagen dürfen, daß wir die Genauigkeit deſſelben mit der größten Evidenz bewieſen haben. Grundlinien von 5000 und 20000 Stadien waren ſchon im Stande dieſe Genauigkeit zu geben. Könnte etwas Verdacht erregen, ſo wäre es die Uebereinſtimmung dieſer beiden Meſſungen unter einander, und mit der von Ariſtoteles angeführten Beſtimmung. Einiger Betrug von Seiten Poſidonius iſt ohne Zeifel dabei vorgegangen. Er kannte die alte Meſſung, und wird ſie haben prüfen wollen; erſtaunt, ſie durch zwei nach einander folgende und im Großen angeſtellte Operationen, ſo genau zu finden, zog er wahrſcheinlich, um darin mit ſich übereinzuſtimmen, die Verſchiedenheiten nicht in Betracht. Er entſtellte ferner dieſe alte Beſtimmung vermuthlich deswegen, um ſie in Vergeſſenheit zu bringen; er drückte ſie in verſchiednen Stadien aus, um durch die Verſchiedenheit der Zahlen die Vergleichung zu verhüten, und ſie für ſein Werk auszugeben.

§. 15.

Wollte man die Geſchichte der Erdmeſſung nach den Anſtrengungen des menſchlichen Kunſtfleißes durchgehen, ſo würde man ſagen, daß ſie ſchon vor unzähligen Jahrhunderten in den Zeiten der uralten Aſtronomie in den Zeiten, wo die Periode von 600 Jahren, eingeführt wurde, unternommen ſei. Die Künſte waren ſo weit fortgerückt, die Aſtronomie vervollkommnet, daß dieſe Meſſung der Erde eine eben ſo große Genauigkeit haben konnte, als die Meſſung unſerer Zeiten. Dieſe Beſtimmung, die

in Abſicht ihrer Gröſze bei den Chaldåern aufbewahrt, in Abſicht ihrer Genauigkeit aber vergeſſen wurde, eben ſo wie die Periode von 600 Jahren, hielt die babyloniſchen Aſtronomen nicht ab, auf irgend einem Wege den Umfang der Erde zu ſchåtzen; ſie fehlten um 5 bis 6000 Toiſen auf die Långe eines Grades a). Die alte und neue Meſſung ſchickte Kalliſthenes dem Ariſtoteles von Babylon aus, und der Philoſoph machte nicht mehr daraus als das griechiſche Volk, weil ſie Vôlkern gehôrten, die als Barbaren angeſehen wurden. Bei der Erneuerung der Aſtronomie wollte Eratoſthenes die Dimenſionen der Erde kennen; er glaubte der erſte zu ſeyn, der ſie nach einer genauen Methode maſz; er fehlte noch um 2500 Toiſen auf den Grad. Poſidonius, der ohne Zweifel ſchon im voraus die Beobachtung des Eratoſthenes für fehlerhaft hielt, fing die Arbeit von neuen an; er war glücklich genug zum zweiten male genau die Långe des Grades zu finden: und wir zwanzig Jahrhunderte nach Eratoſthenes und Poſidonius überzeugt, daſz die Künſte und die Aſtronomie nie den Grad von Vollkommenheit erreicht haben, wie bei uns, betrachten alle dieſe alten Angaben als roh und glaubten der Welt die erſte genaue Kenntniſz von ihrer Gröſze zu geben, da doch dieſe Genauigkeit ſchon zum dritten male auf der Erde erſchienen iſt. So verhålt es ſich noch mit mehrern aſtronomiſchen Reſultaten; wir verachten die alten, wir ſchieben ihnen andere unter und indem wir uns vervollkommnen, finden wir dieſe alten Reſultate, die wir herabgewürdigt haben, wieder. Es iſt alſo wahr, daſz es unter der Sonne nichts neues giebt. Wir thun weiter nichts, als daſz wir das alte, das wir verloren hatten, wieder auffaſſen. Der Kunſtfleiſz kåmpft unaufhôrlich gegen die Barbarei, indem er bald dem Gewichte einer Maſze, das ſie zu Boden drückt nachgiebt; bald durch ſeine Anſtrengung ſich

a) Geſch. der Sternk. des Alterth. 1 B. S. 177.

befreit und durch ſeine Federkraft emporſteigt. Mitten unter dieſen Abwechſelungen und Veränderungen ſieht man einige Kenntiſſe durch die Finſterniß durchdringen, wie das Waſſer aus der Erde hervorquillt um wieder in ſeine horizontale Lage zu kommen; und die Wiſſenſchaften werden gleich allen phyſiſchen Weſen, wenn ſie das Alter der Reife und der Kraft erreicht haben, hinfällig, ſterben, und kommen wieder zu einer neuen Laufbahn hervor.

Aſtronomiſche und hiſtoriſche Erläuterungen.

des vierten Abſchnitts

Von der Meſſung der Erde durch die Alten und ihren Längenmaßen.

§. 1.

Wahrſcheinlich ſind, wie wir gezeigt haben, die vier Erdmeſſungen von Ariſtoteles, Kleomedes, Poſidonius und Ptolemäus nur eine und dieſelbe Meſſung in verſchiedenen Stadien ausgedrückt. Wir leiteten aus dieſer Vermuthung vier Stadien her, die ſich unter einander wie Zahlen 9, 12, 15 und 20 verhalten. Dieſe vier Stadien, die aus gleichen Kubitus beſtehen, enthalten deren 180, 240, 300 und 400. Wir wollen zu den ſchon gegebnen Beweiſen einige Unterſuchungen über die Meſſungen der Alten hinzufügen, die dieſer Behauptung noch mehr Licht und einen ſtärkern Grad von Wahrſcheinlichkeit geben werden. Dieſe nähere Auseinanderſetzung iſt übrigens der Materie, die wir abhandeln ſehr angemeſſen, weil dadurch die Identität der vier Erdmeſſungen und überhaupt der alten Völker einen neuen Grad von Evidenz erhält. Dieſe Entdeckung muß nothwendig über den Urſprung der Völker und Wiſſenſchaften ein ſehr helles Licht verbreiten. Hatte der größte Theil dieſer Völker ähnliche Maße, ſo entſprangen ihre bürgerlichen Einrichtungen aus derſelben Quelle, und gehörten dieſe Maße zu einem beſſer verbundenen und ausgedehntern Syſtem, als das Syſtem aller bekannten Maße, ſo iſt dieß Syſtem das Werk eines weiſen, poliʒirten und mächtigen Volks.

§. 2.

Wir haben erſtlich einen auf Thatſachen ſich gründenden Beweis, daß es mehrere Erdmeſſungen gab, die übereinſtimmend oder beinahe gleich waren. Ptolemäus fügt, indem er der Meſſung des Grades von 500 Stadien erwähnt, ausdrücklich hinzu, id vero confeſſis dimenſionibus conſonum eſt a); dieß ſcheint ſagen zu wollen, daß dieſe Beſtimmung nicht nur mit einer Meſſung der Erde, ſondern noch mehrern vorher unternommenen, übereinſtimmen. Zwei von dieſen Meſſungen beſonders, nämlich die von Ptolemäus von 180000 Stadien und die von Poſidonius von 240000, ſind ſchon

a) Geog. Lib. I, c. 2,

für identiſch anerkannt worden, wenigſtens betrachten ſie Riccioli a) und Freret b) einſtimmig als ſolche. Strabo ſagt, daß die Meſſung von 180000 Stadien von Poſidonius gewählt und gebilligt ſei. Sie exiſtirte alſo zwei Jahrhunderte vor Ptolemäus, alſo um die Zeit des Poſidonius. Dieſe Meſſung iſt daher mit der Meſſung dieſes Philoſophen einerlei. Da er ſelbſt die Erde gemeſſen hat, ſo wird er keine andere Meſſung gewählt ſondern die ſeinige vorgezogen haben. Wenn Strabo ſagt, daß er die von 180000 Stadien gewählt und gebilligt hat, ſo heißt dieß ſo viel, daß er ſie für gut gehalten hat, und daß es dieſelbe iſt, deren er ſich bediente, ungeachtet ſie durch eine verſchiedene Stadie umgeformt iſt. Vergleicht man dieſe Stellen der alten Schriftſteller, ſo findet man noch einen demonſtrativen Beweis von der Identität der beiden Meſſungen. Kleomedes d) ſagt, die Entfernung von Rhodus bis Alexandrien betrage 5000 Stadien, woraus man den Umfang der Erde zu 240000 Stadien hergeleitet habe; nach Strabo und Plinius e) beträgt die Entfernung 3750 Stadien, woraus ſich der Grad von 500 Stadien und der Umfang von 180000 Stadien ergiebt. Offenbar iſt die Rede von zwei verſchiednen Stadien, wodurch dieſelbe Entfernung ausgedrückt wird, die ſich wie 3 zu 4, oder wie die beiden Erdmeſſungen verhalten und dieſe beiden Meſſungen ſind dieſelben. Da dieſe Meſſungen auf gleiche Weiſe die Entfernung von Alexandrien bis Rhodus zur Grundlinie haben und dieſer Grundlinie ſich Poſidonius bediente, ſo ſind offenbar die beiden Meſſungen dieſelben, welche dieſer Philoſoph ausgeführt hat.

§. 3.

Der große Kubitus von 20, 544 Zoll iſt der Drah oder Nilometer von Kairo; er iſt ſorgfältig gemeſſen worden. H. Freret hat bewieſen, daß er ſich ſeit Seſoſtris nicht verändert hat f). Der Doktor Arbuthnot ſchätzt den hebräiſchen Kubitus auf 21, 888 Zoll g); dieß ſind ohne Zweifel engliſche Zoll, welche nach dem Verhältniß des engliſchen h) Fußes zum königlichen franzöſiſchen Fuße, 107 zu 114, reduzirt noch genau 20, 54½ Zoll geben. Der Doktor Cum-

a) Geog. refor, Lib. V, c. 8. §. 5.
b) Memoires Acad. Inſcr. Tom. XXIV, p. 518.
c) Geog. Lib. II.
d) Cleomedes, Cyclic. theor. Lib. I, c. 10.
e) Strabo, Geog. Lib. II. Plinius, Lib. V, c. 31.
f) 1ſter Band 4tes B. §. 3. im Anf.
g) Encyclop. art. coudée.
h) M. le Roy, Ruines de la Grece.

berland giebt denſelben Kubitus der Hebräer auf 21, 750 Zolle a); aber dieſe Angabe entfernt ſich äußerſt wenig von der des Doktor Arbuthnot. Der Prophet Ezechiel ſagt, daß der Kubitus ſo groß ſei, als ein babyloniſcher Kubitus und eine Palme b).

Ehe wir weiter gehen, müſſen wir erſt dieſen letztern Kubitus kennen lernen; wir finden davon Spuren bei den Perſern und Arabern. Ein perſiſcher Schriftſteller berichtet uns, daß der babyloniſche Kubitus 32 Zoll halte c); dieß iſt ſchon eine Aehnlichkeit mit dem von Cairo. Nimmt man an, daß die 180000 Stadien des Erdmaßes, alexandriniſche Stadien von $114\frac{4}{30}$ Toiſen waren und daß dieſe Meſſung mit der perſiſchen von 8000 Paraſangen einerlei ſei ſo ergiebt ſich daraus, wie wir geſehen haben, daß der perſiſche Kubitus genau wie der von Cairo 20, 544 Zoll betrug d). Bei den Arabern hat uns ein geodäſiſcher Schriftſteller, den Golius e) citirt, einige Nachricht über ihre Maße gegeben. Der urſprüngliche Kubitus hielt 24 Zoll; der haſchemitiſche Kubitus 32: er wurde auch der königliche Kubitus genannt, weil er zur Zeit der Perſer eingeführt war, die unter Königen lebten. Es iſt alſo natürlich zu glauben, daß dieſe drei Kubitus von Cairo, der alten Perſer und Araber wovon jeder 32 Zoll hatte, dieſelben ſind.

Die Araber hatten noch, fügt derſelbe Schriftſteller hinzu den ſchwarzen Kubitus, deſſen Namen daher rührte, daß Almamon, als er ſich mehrere Modelle von Kubitus vorzeigen ließ, den Kubitus eines ſchwarzen Sklaven wählte und den Gebrauch deſſelben verordnete. Dieſer Kubitus hielt 27 Z. u. 7 dieſer Kubitus und ein Neuntel waren gleich 6 haſhemitiſchen Kubitus. Es iſt zu bemerken, daß dieſer Kubitus ob er gleich dem Almamon vorgelegt und von dieſem Kalifen eingeführt wurde, doch kein neuer war; dieß iſt eine bloße Erdichtung des arabiſchen Schriftſtellers. Wenn Herodot von den Mauern von Babylon ſpricht, ſo beſtimmt er ſie nach königlichen Kubitus, welche, ſagt er, um 3 Zoll größer waren, als die griechiſchen f) Unſtreitig iſt dieſer Kubitus, der ſchwarze Kubitus von 27 Zoll, der bloß bei dem Uebergange von den Perſern zu den Arabern ſeinen Namen verändert hatte. Der griechiſche Kubitus iſt der gewöhnliche Kubitus von 24 Zoll.

a) M. d'Anville, Meſ. itin. p. 30.
b) 40 Kap. 5 V. 43 Kap. 13 V.
c) Shah Cholg. überſetzt von Greaves, p. 95.
d) 1 Band 4 B. §. 3 am Ende.
e) Golius, ad Alfergan, p. 74.
f) Herodus, Lib. I.

§. 4.

H. Freret hat ſich in ſeinem Werke über die Längenmaße in der Erklärnng der Paraſange Ezechiels geirrt: er ſchloß, daß der babyloniſche Kubitus, der um eine Handbreite kürzer iſt, als der hebräiſche Kubitus, nur fünf Handbreiten oder 20 Zoll hielt, und der griechiſche, noch um ein Achtel kürzere Kubitus nur 17½ Zoll hielt; aber warum um ein Achtel? Herodot ſagt es nicht, ſondern bloß, daß er drei Fingerbreiten weniger betrage, als der babyloniſche Kubitus. Beſtimmt man wie Herodot, den griechiſchen Kubitus zu 24 Fingerbreiten, ſo hält der babyloniſche Kubitus 27 oder iſt dem ſchwarzen Kubitus der Araber ähnlich, und endlich beträgt der hebräiſche Kubitus 31 oder vielmehr 32 Fingerbreiten: denn offenbar hat ihn der Prophet nur ungefähr an den geben wollen, und ein Viertel einer Handbreite oder eine Fingerbreite, die er noch hätte zu den babyloniſchen Kubitus hinzufügen müſſen, nicht in Betracht gezogen. Vergleichen wir, wie wir ſchon gethan haben, alle von den Arabern und Perſern angeführten Maßen mit denen von Herodot und den Hebräern, ſo bemerken wir einmal, daß die ägyptiſchen, perſiſchen, arabiſchen und hebräiſchen Kubitus einander ähnlich waren und 32 Fingerbreiten betrugen, und zweitens daß dieſe vier Kubitus einerlei Größe hatten, d. h. daß ſie 20, 544 Zoll hielten dieß iſt bewieſen 1) für den Kubitus von Kairo, der unmittelbar gemeſſen worden iſt; 2) für den Kubitus der Perſer, der ihm gleich iſt; 3) für den Kubitus der Araber, weil wir beweiſen werden, daß, da der Kubitus von 27 Fingerbreiten 17, 332 Zoll hielt, der große Kubitus von 32 Fingerbreiten 20, 544 betragen muß; 4) für den hebräiſchen Kubitus, weil er ſich zur babyloniſchen von 27 Fingerbreiten, von 17, 332 Zollen wie 32 zu 27 verhält.

§. 5.

Die erſten Stifter dieſer Maßen hatten die Abſicht den Werth derſelben unveränderlich zu machen, indem ſie ihn auf Maße bezogen, die unmittelbar aus der Natur genommen waren. Der gewöhnliche Kubitus war die Länge des Vorderarms; ſie hielt ſechs Palmen oder Handbreiten, jede Handbreite vier Fingerbreiten nämlich des Zeige- Mittel- oder Ringfingers. Da eine Fingerbreite der Breite von ſechs nebeneinander gelegten Gerſtenkörnern b) die Breite eines Gerſtenkorns, ſechs Schweineborſten gleich waren, ſo konnten dieſe Anzeigen nicht die Richtigkeit einer Menge wiederholter

a) Unten §. 14. Erläut. 5tes B. §. 5.
b) Golius ad Alfergan, p. 75.

Meſſungen erhalten; ſondern waren bloß hinreichend zu jeder Zeit ungefähr den Werth davon wieder zu finden. Sie würden nicht zugereicht haben, dieſe Meſſungen in einem langen Zeitraume und während der Uebertragung derſelben aus einem Lande in ein anderes zu erhalten, wenn die Alten nicht auf öffentliche und dauerhafte Monumente Aichmaße geſetzt und eingegraben hätten, wie z. B. das Nilometer von Cairo. Die Alten ſcheinen jedoch ein ſicheres Mittel gehabt zu haben, indem ſie nämlich, wie wir ſchon geſagt haben, dieſe Maßen mit der Größe der Erde verbanden. Warum enthält der Umfang der Erde ſo genau 180000, 240000, 300000, 400000 Stadien, 8000 Paraſangen? Warum enthält dieß Maß 72 Millionen Kubitus? Es iſt ganz offenbar, für jeden der nur darüber nachdenken will, daß die Alten die Stadien, die Paraſangen, den Kubitus ſelbſt nach der Größe des Umfangs der Erde eingerichtet haben: oder daß ſie wenigſtens, wenn dieſe Maße ſchon eingeführt waren, ſie etwas verändert haben, damit ſie aliquote Theile dieſes Umfanges würden.

§. 6.

Indem wir die Meſſung von Poſidonius von 240000 Stadien als einerlei mit der von Ptolemäus, welche 180000 Stadien hält, betrachteten, ſchloſſen wir, daß ſie ſich auf zwei Stadien gründeten, die ſich wie 3 zu 4 verhalten, die größte iſt die alexandriniſche Stadie von 114 Toiſen 0 Fuß 9, 60 Zoll; und die andere, die nur drei Viertel davon ausmacht, iſt eine Stadie von 85 Toiſen 3 Fuß 7, 2 Zoll. Es kömmt nun darauf an, zu beweiſen, daß die Alten dieſe Stadie gekannt und davon Gebrauch gemacht haben. 1) H. Freret in ſeinem Memoire über die Längenmaßen der Alten a) ſetzt feſt, daß ſie eine Stadie von 83 Toiſen 0 Fuß 7 Zoll 4 Linien hatten: einen Werth den er aus verſchiednen geographiſchen Meſſungen, die von den griechiſchen und lateiniſchen Schriftſtellern in Stadien angegeben werden, herleitet. Wir wollen dieſe Beſtimmung nicht genau unterſuchen, ſondern bloß bemerken, daß ſie ſich nicht ſehr von der unſrigen entfernt. 2) Herodot ſagt, daß die Paraſange 30 Stadien enthalte: Wir haben die Paraſange zu 2568 Toiſen beſtimmt, wovon der dreißigſte Theil grade 85 Toiſen 3 Fuß 7, 2 Zoll beträgt. 3) Jean Dominique Caſſini hat dieſe Stadie ſchon wieder gefunden b). Strabo giebt die Länge von Frankreich zwiſchen dem Tempel der pyrenäiſchen Venus und der Mündung des Var auf 277 Meilen an, die er zu 2600

a) Mem. Acad. Inſc. T. XXIV, p. 504.
b) Mem. de l'Acad. des Sciences 1702. p. 16.

Stadien beſtimmt. H. Caſſini nimmt die Meile zu 765 Toiſen an, und findet die Stadie von 85 Toiſen. 4) Nimmt man an, daß Syene unter dem zur Zeit des Eratoſthenes zu 23° 51′ beſtimmten Wendekreiſe liegt, und legt dabei die von H. von Chazelles zu 31° 11′ beſtimmte Breite von Alexandrien zum Grunde, ſo iſt die Entfernung der beiden Städte am Himmel auf dem Meridiane gerechnet 7° 20′ a). Da aber Syene und Alexandrien nicht genau unter einerlei Meridiane liegen, ſo iſt die Entfernung beider Scheitelpunkte oder der Bogen des größten Kreiſes, der durch dieſe beiden Punkte geht, etwas größer als die Entfernung der Parallelkreiſe, oder der Unterſchied der Breite. Wir haben durch Rechnung gefunden, daß man zu dieſem Unterſchiede neun Minuten hinzu addiren muß, wodurch man den Bogen des größten Kreiſes von 7° 29′ erhält. Nimmt man nun den Grad zu 57072 Toiſen an, ſo geben die 7° 29′ eine Länge von 426989 Toiſen welche 5000 Stadien korreſpondiren. Daraus ergiebt ſich die Stadie von 85 Toiſen 1 Fuß 4 Zoll, welches ſo äußerſt wenig von unſerer Schätzung abweicht, als man nur immer bei geographiſchen Meſſungen, die immer einigen Fehlern unterworfen ſind, erwarten kann. Allein der aus der Identität der beiden Erdmeſſungen und aus dem Verhältniſſe, welches daraus zwiſchen dieſer und der alexandriniſchen Stadie entſpringt, geſchloßne Werth der Stadie bei weiten vorzuziehen, weil er eine ſtrenge Genauigkeit verſpricht; und da ſie durch ein genaues Verhältniß mit der bekannteſten von allen Stadien verbunden iſt, ſo kann ſie keine andere Ungewißheit haben, als die, der die Meſſung dieſer Stadie ſelbſt unterworfen war.

§. 6.

Aus der Identität der vier Erdmeſſungen ergeben ſich, wie wir ſchon bemerkt haben, vier Stadien, welche ſich unter einander verhalten, wie 20, 15, 12, 9. Wir haben ſo eben zwei davon angezeigt; die erſte von 114 Toiſen 0 Fuß 9, 60 Zoll; die zweite von 83 Toiſen 3 F. 7, 2 Z.; die beiden andern betragen dieſen Verhältniſſen zufolge, die eine 68 Toiſen 2 Fuß 10, 25 Zoll; und die andere 51 Toiſen 1 Fuß 1, 92 Zoll. Dieſe vier Stadien mußten unſrer Meinung nach, nothwendig exiſtirt haben, einmal weil die vier Erdmeſſungen zu verſchieden ſind, als daß man annehmen könnte, daß ſie in ähnlichen Stadien ausgedrückt, und dieſe Verſchiedenheiten Beobachtungsfehler wären: und dann weil dieſe vier Meſſungen unter ſich in genauen Verhältniſſen ſtehen, die ſie nicht haben würden, wenn ſie ſie nicht von den Stadien hätten, welche bei ihnen

a) Oben 1 Abſchn. §. 18.

zum Maßſtabe angenommen ſind. Wir haben daher geglaubt, daß dieſe in der That nicht unbedeutenden Wahrſcheinlichkeitsgründe, hinreichten die Exiſtenz dieſer Stadien darzuthun, aber wir haben auch nicht unterlaſſen noch zu denſelben die auf Thatſachen ſich gründenden Beweiſe hinzuzufügen, die wir nach der Zeit in den gelehrten Abhandlungen der königlichen Akademie des Inſcriptions et Belles-Lettres angetroffen haben.

Der verſtorbene Präſident, H. von Broſſes hat a) eine Stadie von 68 oder 69 Toiſen entdeckt und angezeigt. H. de Lisle findet, daß eine von Xenophon auf 16050 Stadien geſchätzte Entfernung 1111 Stadien auf den Grad vorausſetzt b); dieß macht 400000 für den Umfang. H. d'Anville ſieht in ſeinen Unterſuchungen über den Werth des Schönus die Nothwendigkeit ein, eine Stadie zu 51 Toiſen und einige Fuß anzunehmen c). H. Buache zeigt, daß die in der Beſchreibung von Alexanders Marſchroute gebrauchten Stadien zu 51 Toiſen angenommen werden müſſen d). Aus der Größe von Kleinaſien, die Herodot und Xenophon beinahe gleich und in Stadien angeben, ſchließt H. Freret, daß der Grad 850 Stadien hält; und die 1111 Stadien auf einen Grad des größten Kreiſes geben ſehr genau 851 Stadien für einen Parallelkreis von Kleinaſien e). Dasſelbe Reſultat zieht er aus der von Herodot angeführten Meſſung des ſchwarzen Meers f). Eratoſthenes beſtimmte die Größe Indiens von Norden bis Süden auf 13000 Stadien. Nun ſind die beiden äuſſerſten Breiten 11 und 12 Grad, was ungefähr 1100 Stadien auf einen Grad giebt g). Endlich fügen wir noch zu dieſen Beweiſen das Reſultat einer großen Arbeit von H. Freret über die Längenmaße hinzu, welches in der Beſtimmung von vier Stadien beſteht, nämlich der von 114 Toiſen, welches die alexandriniſche Stadie iſt, einer von 83 Toiſen, die er nicht gut geſchätzt hat, und endlich zweier andrer Stadien, der einen von 68 Toiſen 3 Fuß 5 Z. 4 L., die andere von 51 T. 2 F. 6 Z. 11 L. h), welche äuſſerſt wenig von den beiden Stadien abweichen, die wir im Anfange dieſes Paragraphen beſtimmt haben.

a) Mem. Acad. Inſc. T. XXVII, p. 39. Man ſehe auch le P. Tournemine ſur Prideaux.
b) Mem. Acad. des Sc. 1721, p. 56.
c) Mem. Acad. Inſc. T. XXVI, p. 83, 85.
d) Mem. Acad. des Sc. 1731, p. 119.
e) Mem. Acad. Inſcr. T. XXIV, p. 439.
f) Ibid. p. 504. g) d'Anville, Meſ. itin. p. 147.
h) Mem. Acad. Inſc. T. XXIV. p. 504.

Wir dürfen uns über dieſe verſchiedenen Stadien nicht wundern: wie viel verſchiedene Arten von Lieues und Meilen giebt es nicht in Europa! Niemand zweifelt, daß ſelbſt in Griechenland die Stadien ungleich waren; Aulus Gellius ſagt es ausdrücklich a). Nichts beſtätigt ſich alſo beſſer als die Exiſtenz dieſer vier Stadien; nichts erhellt deutlicher, als daß ſie den vier Meſſungen der Erde gehören, die ſich eben ſo wie dieſe Stadien verhalten. Eben ſo klar iſt es aber auch, daß die Schätzung, die wir hier davon geben, jeder andern vorzuziehen iſt; denn hat man einmal die Identität der vier Meſſungen zugegeben, ſo iſt auch das Verhältniß der Stadien, die dabei zum Grunde gelegt ſind, gegeben. Aus dieſem Verhältniſſe ſelbſt muß man ihren Werth herleiten, und diejenige von den vieren als gegeben annehmen, die am genaueſten gemeſſen und am beſten bekannt iſt: dieß haben wir gethan, indem wir die alexandriſche Stadie dazu wählten.

§. 7.

H. d'Anville führt eine Stadie an, die in einem Manuſkripte der königlichen Bibliothek Aspareze genannt wird; er findet, daß dieß Wort aus zwei perſiſchen Wörtern zuſammengeſetzt iſt, welche die Laufbahn eines Pferdes bedeuten b). Es iſt alſo gleichbedeutend mit dem griechiſchen Worte Stadie. Dieß iſt die Ueberſetzung von jenem, welches gewiß das Original iſt. Die Stadien kommen alle aus Aſien und man muß daher diejenigen, die in Aſien Stadien finden, nicht beſchuldigen, wie man gethan hat, daß ſie die griechiſchen Maße in dieſen Welttheil hinübertrügen; ſie bringen ſie bloß auf ihren Urſprung zurück das Wort Schönus (σχοῖνος) iſt zweien von d'Anville angeführten Schriftſtellern dem Athenäus und Kallimachus zufolge, ein perſiſcher Ausdruck c). Dieß beſtätigt unſre Konjekturen, daß faſt alle Maße, welche im Alterthume im Gebrauche waren, urſprünglich aus Aſien herkommen.

§. 8.

Wir erlauben uns hier über die alten Maßen, ihre Eintheilungen und Verhältniſſe etwas umſtändlich zu ſeyn, um zu beweiſen, daß ihre gemeinſchaftliche Baſis der große Kubitus von 20, 544 Zoll iſt oder die beiden andern Kubitus durch genaue Verhältniſſe verbunden waren. Wir wollen jetzt einige Stellen aus Schriftſtellern anführen, die uns eine Vorſtellung

a) Ibid. Tom. XIX, p. 564.
b) Mem. de l'Acad. des Inſc. T. XXXI, p. 295.
c) Meſ. itin. p. 90.

von dieſen Maßen geben, nebſt ihrer von den Neuern nach den noch exiſtirenden Denkmählern gemachten Beſtimmung.

Nach Herodot machen hundert Schritt eine Stadie oder ſechs Acker (πλέϑρα); der Schritt hält ſechs Fuß oder vier Kubitus; der Fuß vier Palmen und der Kubitus ſechs a). Man kann unmöglich die Aehnlichkeit zwiſchen dieſem griechiſchen und dem orientaliſchen Kubitus verkennen, zu gleicher Zeit aber ſieht man auch, daß von dem gewöhnlichen Kubitus die Rede iſt, weil er der einzige iſt, der ſechs Palmen enthält; denn der große enthielt acht.

Der römiſche Fuß iſt gleich $\frac{1306}{1440}$ pariſer Fuß gefunden worden b); folglich hält er 10, 883 Zoll oder 10 Zoll 10, 596 Linien. Der griechiſche Fuß iſt $\frac{25}{24}$ des römiſchen Fußes, folglich 11, 336 Zoll oder 11 Zoll 4,028 Linien. H. le Roy hat ihn auf den griechiſchen Monumenten zu 11, 28 Zoll oder 11 Zoll 4, 56 Linien gefunden c).

Wir bemerken hier noch, daß Riccioli den römiſchen Fuß zu 11 Zoll $1\frac{2}{3}$ Linien annimmt alſo ungefähr 3 Linien größer. Der, den wir hier beſtimmen, ſtimmt mit dem überein, der den Namen von Lucas Petus führt, und auf einem im Kapitolium aufbewahrten Fuße gemeſſen worden iſt. Dieſer Fuß iſt auch zu Rom von H. Folles gemeſſen worden, der ihn 966 Theile des engliſchen in 1000 Theile getheilten Fußes gefunden hat d); und wegen des Verhältniſſes 107 zu 114 beträgt dieß 10 Zoll 10, 3 Linien unſers Fußes. Man glaubt, daß die Elle das Vierfache des römiſchen Fußes ſei. Die Herrn Helot und Camus haben Unterſuchungen angeſtellt, die Größe der Krämerelle, der älteſten und am beſten erhaltenen auszumachen; ſie haben ſie zu drei Fuß 7 Zoll 10 Linien $\frac{4}{5}$ gefunden e); daraus ergiebt ſich das Viertel dieſer Elle zu 10 Zoll 11, 70 Linien.

Heron erzählt in ſeinem Buche von den Maßen, daß der philetäriſche Fuß 16 Fingerbreiten halte, wovon der italieniſche Fuß nur $13\frac{1}{3}$ ausmacht f); dieſe beiden Fuß verhalten ſich daher wie 6 zu 5. Wenn alſo Herodot ſagt, daß die Stadie 600 Fuß hält, ſo ergiebt ſich daraus der philetäri-

a) Herodot. Lib. II.
b) Freret, Mem. de l'Acad. des Inſcript. T. XXIV, p. 447.
c) Ruines de la Grece.
d) Philoſophical Tranſact. 1736 No. 442.
e) Mem. Acad. des Sc. 1746 p. 107
f) Traité des meſures de M. Auzout. Mem. Acad. Scienc. T. VII, p. 316.

ſche Fuß von 107 Toiſen 4 Fuß 11 Zoll; dieß iſt ohne Zweifel die Stadie wovon Heſychius redet, wenn er ſagt, daß ihrer 7 auf die römiſche Meile gingen. Unſrer Meinung nach iſt dieſer Fuß von dem Fuße, der ſich aus dem Kubitus von Kairo ergiebt zu wenig verſchieden, und ſtimmt dieſe Stadie zu ſehr mit den großen alexandriniſchen überein, als daß ſie nicht dieſelbe ſeyn ſollte; und verſteht man unter dem italieniſchen Fuße von Hero den griechiſchen Fuß von 11, 38 Zoll, der ſehr wohl in Italien in Gebrauch geweſen ſeyn kann, ſo iſt dieß ganz etwas anders. Der philetäriſche Fuß, der um ein Fünftel größer iſt, beträgt dann 13, 652 Zoll und der Kubitus, wovon dieſer Fuß $\frac{2}{3}$ ausmacht, 20, 478 Zoll dem Kubitus von Kairo zu nahe als daß er nicht offenbar derſelbe ſeyn ſolle.

Leitet man daher aus dem Kubitus von Kairo den philetäriſchen, griechiſchen und römiſchen Fuß nach ihren Verhältniſſen ab, ſo erhält man:

den Kubitus von Kairo von	20, 544 Z.	oder 20 Z.	6, 528 L.
den phileter. Fuß, der davon $\frac{2}{3}$ iſt	13, 696,	13	8, 352
den griechiſ. Fuß, um $\frac{1}{6}$ kleiner	11, 413,	11	4, 956
den römiſch. Fuß, um $\frac{1}{25}$ kleiner	10, 956,	10	11, 486

Man ſieht daraus, daß der griechiſche Fuß nur um $\frac{2}{5}$ Linien von dem von H. le Roy gemeſſenen abweicht, und der römiſche Fuß nur um $\frac{9}{10}$ Linien von dem Fuße des Kapitoliums, und nur um $\frac{1}{5}$ Linie von dem, der ſich aus der Krämerelle ergiebt, verſchieden iſt. Die verſchiedenen Meſſungen des römiſchen Fußes ſtimmen bei weitem ſo gut nicht mit einander überein, als unſere Beſtimmung mit den beſten von dieſen Meſſungen, weil Riccioli um 3 Linien von dem Lucas Petus Fuße abweicht.

§. 9.

Es iſt nicht zu verwundern, daß dieſe griechiſchen und römiſchen Maßen von aſiatiſchen abgeleiten ſind; alles beweiſet den Einfluß Aſiens auf Europa. Man führt noch einen Druſus an, der bei den Römern in Gebrauche war und $13\frac{1}{2}$ Zoll des römiſchen Fußes betrug a). Dieß Verhältniß von 27 zu 14 zeigt offenbar an, daß dieſe beiden Fuß von dem gewöhnlichen Kubitus und den babyloniſchen Kubitus des Herodots oder von dem ſchwarzen Kubitus der Araber wovon der eine 24 und der andere 27 Fingerbreiten betrug,

a) Mem. Acad. Inſc. T. XXIV, p. 449.

herrühren. Heron führt eine aus 3000 Kubitus beſtehende Meile an, wie die, welche ein Drittel von der perſiſchen Paraſange ausmacht, und wovon wir geredet haben a). Enthält unſre Lieue und beſonders die engliſche nicht eben ſo wie die Paraſange drei Meilen? Man findet in Italien die Florentiniſche Braſſe, die zur Längenmaße gebraucht wird, und 20 Zoll 3 Linien unſers königlichen Fußes beträgt b); unmöglich kann man darin den großen um drei Linien veränderten Kubitus verkennen. Ohne Zweifel iſt ſie aus Aegypten dahin gekommen; aber die Spuren ihres babyloniſchen Urſprungs haben ſich erhalten; denn die florentiniſche Meile enthält noch genau 3000 dieſer Kubitus.

§. 10.

Was die von Herodot gegebnen Maße betrifft, wovon wir weiter oben geredet haben, ſo muß man offenbar, um ſie mit dieſen hier zu vereinigen, einen kleinern F. und Kubitus annehmen; denn Herodot läßt ſeinen Kubitus aus ſechs Palmen beſtehen, dahingegen der große Kubitus deren acht enthält. Der Kubitus von Herodot, der aus ſechs Palmen oder vier und zwanzig Fingerbreiten beſtand, war alſo $\frac{3}{4}$ von dieſer. Dieſer Vermuthung zufolge, die in mehrerer Rückſicht ſtreng genommen keine Vermuthung iſt, wollen wir dieſen Kubitus zu 15, 408 Zoll feſtſetzen; und daraus ergiebt ſich:

Die Palme von			2, 568 Zoll
Der Fuß			10, 272
Der Schritt		5 F.	1, 632
Das Plethron	14 T.	1	7, 200
Die Stadie	85	3	7, 200

Die Stadie iſt der ſchon oben gefundenen gleich. Es iſt zu bemerken, daß der Schritt von 5 F. 1 Z. 632 L. ungefähr mit unſerm geometriſchen Schritte übereinſtimmt, ferner, daß die Plethre genau 50 große Kubitus enthält; und daraus folgt, daß man, da die Meile immer aus 1000 Schritten beſtand, und 1000 dieſer Schritte genau 856 Toiſen ausmachen, die babyloniſche Meile wiederfindet. Die Meile ſcheint in Griechenland bekannt geweſen zu ſeyn; man ſpricht von einer griechiſchen Meile, die aus 10 Stadien beſtand c). Dieſe Meile hat zu viel Aehnlichkeit mit der Babyloniſchen, welche

a) 4ter Abſchn. §. 3.
b) Voyage de M. Caſſini en Italie, Mem. Acad. Scienc. T. VII, p. 23.
c) Riccioli, Geogr. reform. p. 35. Memoires de l'Acad. des Inſcr. T. XIX, p. 570.

genau 10 Stadien von 85 Toiſen 3 Fuß 7 Zoll enthielt, als daß ſie nicht dieſelbe ſeyn ſollte. Die römiſche Meile war kleiner, und hatte nur 756 Toiſen; aber dieß rührt daher, weil die Römer ohne Zweifel von der griechiſchen Stadie von $94\frac{833}{1000}$ Toiſen Gebrauch machten; ſie rechneten deren 8 auf die Meile dieß beträgt 756 Toiſen.

§. 11.

Moſes von Korema, den H. d'Anville a) anführt, ſagt, daß die Stadie Vetavan genannt aus hundert Schritten jeder Schritt aus 6 Fuß und der Fuß aus 6 Fingerbreiten beſteht; daß aber die Stadie der Stadien 143 Schritte betrage. Sieben von dieſen Stadien machen die Meile, deren drei auf die Paraſange gehen. Man bemerkt hier wieder eine neue Stadie. Geht man von der Paraſange aus, die wir zu 2568 Toiſen beſtimmt haben b), ſo findet man, daß die Stadie von 143 Schritten 122 T. 1 F. 8, 56 Z beträgt, welche durch 143 Schritte oder genauer durch $142\frac{6}{7}$ Schritte getheilt, den Schritt zu 5 F. 1, 632 Z. und den F. zu 10, 272 Z. giebt, der die Hälfte des Kubitus ausmacht, und genau mit dem Fuße übereinſtimmt, der ſich aus den von Herodot gegebenen Verhältniſſen ergiebt. Wir glauben jedoch, daß dieſe Stadie von 122 Toiſen nur durch irgend einen Irrthum auf den ſiebenten Theil der Meile oder auf den ein und zwanzigſten Theil der Paraſange geſchätzt worden iſt; denn derſelbe Schriftſteller Moſes von Korema bemerkt, daß der Grad 500 Stadien hielt, deren jede wie wir bewieſen haben, aus 114 Toiſen beſtand; und wir ſehen keinen Grund, warum er hier eine verſchiedene Stadie, die man nirgends findet, gebrauchen ſollte. Was die Stadie von 100 Schritten betrifft, ſo beträgt ſie 85 Toiſen 3 Fuß 7, 2 Zoll, und iſt völlig der von uns beſtimmten ähnlich.

§. 12.

Wir wollen jetzt den Werth einiger von dieſen Maßen in den Dimenſionen der großen ägyptiſchen Pyramide zu finden ſuchen. Gemelli hat die Größe dieſer Pyramide zu 682 pariſer Fuß gefunden; eben ſo Monconis und H. von Nointel c); H. von Chazelles zus 690 Fuß. Freilich ſcheint dieſe Meſſung, ſo wie es in ſeinem Regiſter ausgedrückt iſt, nicht ſehr poſitiv zu ſeyn d): er zeigt eine Reduktion wegen der Ungleichheit des Bodens an, der die Meßſchnur in

a) Ibid. T. XXXI, p. 292. b) 1 B. 4 B. §. 3.
c) Mem. Acad. Inſcr. T. XXIV, p. 461.
d) Mem. Acad. Sc. 1761. p. 160.

ſeiner Mitte erhob; und daher zieht H. Caſſini 10 Fuß ab a), woraus erhellet, daß die Länge von 682 Fuß ſich nicht von der Wahrheit entfernt, und man ſieht nicht ein, warum H. Freret mehrern mit einander übereinſtimmenden Meſſungen, die von Greaves, welche vermittelſt Winkel angeſtellt iſt und 30 Fuß abweicht, vorgezogen hat.

Nach Herodot iſt die große Pyramide 800 Fuß breit b); Strabo giebt ihr nur 600 c). Nimmt man an daß 682 pariſer F. 800 F. von Herodot gleich ſind, ſo findet man den F. zu 10, 230 Zoll, der nur um $\frac{4}{100}$ Zoll von dem oben d) gefundenen verſchieden iſt. Daraus ergiebt ſich für die ganze Größe nur ein Unterſchied von 33 Zoll; ſo daß wenn man die Breite der Baſis der Pyramide zu 684 F. 9 Z. 6 L. annimmt, was nach der Meſſung von Chazelles ſehr möglich iſt, man denſelben F. von Herodot wiederfindet, den wir ſchon beſtimmt haben. Nimmt man an, daß die 600 F. welche Strabo dieſer Baſis giebt, philetäriſche F. von 13, 696 Z. ſind, ſo hat man ebenfalls genau nach der Meſſung von Strabo, 684 F. 9 Z. 6 L. Diodor von Sicilien giebt derſelben Baſis 700 F. e); allein dieſe F., die von 11, 739 Z. ſeyn würden, ſind uns gänzlich unbekannt. Sehr wahrſcheinlich ſind dieß, wie H. le Roy vermuthet f) griechiſche F.; 700 griechiſche F. von 11, 413 Zoll, wie wir ſie ſo eben beſtimmt haben, machen 7989 Z.; 684 F. 9 Z. betragen 8217 Z.; alſo nur ein geringer Unterſchied von 228 Z. oder 19 F.; Um Diodor von Sicilien mit Strabo und Herodot übereinſtimmen zu laſſen, darf man auch annehmen, daß Strabo das wahre Maß, ſo wie es in dem Lande bekannt und dem Herodot gegeben war, angegeben, und daß Diodor, die ſchon im Sande begrabene und folglich verkürzte Baſis, ſelbſt gemeſſen hat.

Wenn ein arabiſcher, von Greaves angeführter g), Schriftſteller der Pyramide hundert königliche Kubitus giebt, ſo irrt er offenbar; denn 100 der größten Kubitus machen nur den dritten Theil der Breite dieſer Pyramide aus; dividirt man aber 684 F. 9 Z. 6 L. mit hundert, ſo erhält man 82, 176 Z., die genau vier Kubitus von 20, 544 Zoll machen.

a) Ibid. 1702, p. 20.
b) Herodotus, Lib. II.
c) Strabo, Geog. Lib. 17
d) Oben 3 B. §. 10.
e) Diodorus, Lib. I, §. 15
f) Ruines de la Grece, p. 52.
g) M. d'Anville meſures itineraires, p. 26.

Er hat ſich alſo bei der Schätzung dieſer Pyramide auf Schritte oder vielmehr auf ein Maß von 6 F. 10, 176 Z. bezogen, das aus vier großen Kubitus beſtand und mit dem geometriſchen von Herodot erwähnten Schritte von vier gewöhnlichen Kubitus übereinſtimmte.

§. 13.

Wir haben die Paraſange zu 2568 Toiſen und den Schönus zu 5136 Toiſen beſtimmt. Beide waren auf gleiche Weiſe in Aſien und Aegypten im Gebrauche. Von Aſien, und Perſien ſagt es Plinius ausdrücklich a); in Aegypten, bediente man ſich wie uns Herodot erzählt, des Schönus; und Ptolemäus b) beſtimmt den Schönus von der wir Grund haben zu glauben, daß er unter dieſen Namen die Paraſange verſtand, zu 30 Stadien. Es iſt zu bemerken, daß Caicabad, der erſte König der Dynaſtie der Cajanier, einer ſo alten Dynaſtie, daß ſie unmittelbar auf die der Priſhdadier folgte, und ſich in dem Alterthume und in den fabelhaften Zeiten verlor, derjenige iſt, auf deſſen Befehl die Heerſtraßen in Perſien von 4000 zu 4000 Schritte abgetheilt wurden c). Man fügt hinzu, daß der Schritt in drei F. eingetheilt ſei; 12000 dieſer F. machte eine Paraſange d); und da ſie 9000 große Kubitus enthielt, ſo folgt, daß dieſer F. drei Viertel dieſes großen Kubitus war. Wir finden alſo auch hier den gewöhnlichen Kubitus wieder, der drei Viertel des königlichen Kubitus betrug; dieß beweiſet das hohe Alterthum der Kubitus und ihres Verhältniſſes in Aſien, wie es H. Freret in Aegypten bewieſen hat.

H. d'Anville ſchätzt die Paraſange ungefähr zu 2280 Toiſen e), und die Schöne zu 3024 Toiſen f). Unſere Beſtimmungen kommen nicht mit den Beſtimmungen unſers Geographen überein. Man hat geſehen, worauf ſie gegründet ſind. Wir fügen jetzt einige neue Bemerkungen hinzu und unterwerfen unſre Konjekturen der Einſicht des H. d'Anville.

Die Paraſange wurde von den Juden nach der Gefangenſchaft aus Babylon zurückgebracht; ſie nannten ſie Parſech. Sie ſagten, daß die Meile eine Viertelparaſange ſei, und da ihre Meile auf 569 Toiſen oder 571 Toiſen geſchätzt wird, ſo beſtimmte H. d'Anville daraus die Paraſange ungefähr zu 2280 Toiſen.

a) Lib. VI. b) Geog. Lib. I. c. 11 et 12.
c) Herbelot, biblioth. orient. p.239.
d) Ibid. p.992.
e) M. d'Anville, Meſures itineraires, p. 95
f) Ibid. p. 96.

Der Sabbathweg oder der Raum, der den Juden am Sabbath zum Spazierengehn erlaubt war, und zu 2000 Kubitus geſchätzt wird, wird auch von Sankt Epiphanes zu 6 Stadien beſtimmt. 2000 Kubitus von 20, 544 Zoll, machen 41080 Zoll, welche durch 6 dividirt für dieſe Stadie 6848 Z. oder 95 T. 0 F. 8 Z. geben, man erkennt offenbar hier die griechiſche Stadie wieder.

§. 14.

Die Meile von 2000 hebräiſchen Kubitus beträgt folglich 570 Toiſen 4 F., und aus dieſer Meile hat H. d'Anville die Paraſange hergeleitet. Aber wir werden bemerken, daß zufolge verſchiedener Schriftſteller die Paraſange $22\frac{1}{2}$ Stadien betrug; ſo beſtimmte ſie Alikhogius, weil er dem Grade $22\frac{1}{2}$ Paraſangen giebt; Kämpfer giebt ſie eben ſo in ſeinem Werke Amoenitates exoticae a) an. Dieſe Schätzung kömmt wieder auf die ptolemäiſche, von 500 Stadien für den Grad, zurück, und zeigt, daß die Stadien, welche die Paraſangen ausmachten, große alexandriniſche Stadien waren. Die Perſer, welche in dieſem Punkte Glauben verdienen, berichten uns, daß die Paraſange aus drei Meilen beſtehe; und wenn ſie die Hebräer auf vier Meilen geſchätzt haben, ſo haben ſie offenbar eine kleinere Meile verſtanden, als die, welche ein Drittel von der Paraſange ausmacht und die wir beſtimmt haben b). Da die Paraſange 2568 Toiſen betrug, ſo hielt die hebräiſche Meile, welche ein Viertel davon iſt, 642 Toiſen. Wir finden an einem andern Orte eine andere Anzeige von dieſer Meile. Albategnius ſagt, daß der Grad 85 Meilen halte; man kann ſich darüber wundern, da es gewiß iſt, daß, nach den Perſern, der Grad $66\frac{2}{3}$ und nach den Arabern $56\frac{2}{3}$ Meilen enthielt. Woher hatte alſo Albategnius dieſe Schätzung genommen? Wir haben den von den Arabern gemeßnen Grad zu 54563 Toiſen beſtimmt d). Die perſiſche Meile betrug $7\frac{1}{2}$ alexandriniſche Stadien. Wahrſcheinlich gab es mehrere Arten von Meilen die in Abſicht der Zahl den Stadien ähnlich, dem Werthe dieſer Stadien nach, aber verſchieden waren; oder vielleicht hat auch Albategnius, der ſich der Stadie von 85 T. 3 F. 7, 2 Z. bedient, der Meile $7\frac{1}{2}$ Stadien gegeben hat, die grade 642 Toiſen ausmachen: 85 Meilen dieſer Art machen eine um 7 Toiſen von dem durch die Araber gemeßnen Grade verſchiedene Summe von 54570 Toiſen. Dieß beſtätigt vorzüglich ſo wohl die Schätzung, die wir von dieſem

a) Ibid. b) 1 Band 4 Buch §. 3.
c) De ſcientia ſtellarum, c. 6.
d) 1 B. 6 Abſchn. §. 9. u. unten 2te Buch §. 5.

Maße gemacht haben, als auch die Exiſtenz der Meile, welche wir hier beſtimmen.

§. 15.

Der Sabbathweg von 2000 große Kubitus führt uns auf den Urſprung der griechiſchen Stadie, und giebt uns das Mittel an die Hand, ſie an die orientaliſchen Maße anzuſchließen. Die alte oder perſiſche Meile hielt 3000 Kubitus und iſt auf 2000 Kubitus reduzirt worden, ohne daß man ſagen kann zu welcher Zeit oder durch welches Volk. Sie findet ſich ſo bei den Juden, und wahrſcheinlich war die Reduktion ihr Werk. Dieſe Länge, in ſechs Theile getheilt, giebt eine Stadie von 95,222 Toiſen oder von 95 Toiſen 0 F. 8 Zoll. Die griechiſche Stadie, welche aus 600 F. beſteht, die denen von le Roy gemeſſenen gleich ſind, beträgt nur 94, 833 Toiſen; läßt man ſie aber aus 600 griechiſchen oder aus 625 römiſchen F. beſtehen, die mit denen, welche nie aus ihrem Verhältniſſe zum Kubitus hergeleitet haben, übereinſtimmen, beträgt ſie 95 T. 0 F. 8 Z. Dieſe Stadie iſt alſo völlig der gleich, welche den ſechsten Theil der römiſchen Meile ausmachte; und vergleicht man ſie ſogar mit der von le Roy beſtimmten Stadie von 94, 833 T. oder 94 T. 5 F. ſo findet ſich nur ein Unterſchied von 20 Z., der aus dem Unterſchied des F. entſpringt, welchen le Roy dabei zum Grunde gelegt hat. Zwei Stadien, die nur um 20 Zoll von einander verſchieden ſind, und zwei F. die nur um $\frac{3}{100}$ Z. von einander abweichen, ſcheinen offenbar dieſelben zu ſeyn, und nur durch die Zeit und den Gebrauch eime geringe Veränderung gelitten zu haben

§. 16.

Was die Schöne betrifft, die wir zu 5136 T. beſtimmt haben und die H. d'Anville ungefähr auf 3024 ſchätzt, ſo iſt zu bemerken, daß Herodot an derſelben Stelle wo er anführt, daß die Paraſange 30 Stadien enthielte, gleich darauf ſagt, die Schöne beſtehe aus 60 Stadien. Daraus erhellt, daß er dieſelbe Art Stadie meint, und den Schönus doppelt ſo groß annimmt, als die Paraſange. Da aber an einem andern Orte bewieſen worden iſt, daß die Stadien, aus welchen die Paraſange beſtand, 85 T. 3 F. ꝛc. hielt, ſo ergiebt ſich, daß die Schöne, die aus denſelbigen Stadien zuſammengeſetzt war, aus 5136 Toiſen beſtand. Man könnte freilich aus gewiſſen geographiſchen Maßen, die H. d'Anville mit ſeinem bekanntem Scharfſinne unterſucht, vermuthen, daß, da das Weſentliche der Schöne darin beſteht, daß ſie 60 Stadien enthält, es eine geben könne, die 60 kleine Stadien von

51 T. enthielte; was ungefähr eine Länge von 3080 T. ausmachen würden.

§. 17.

Dieſe Maße ſcheinen in Aſien allgemein oder wenigſtens, der große Kubitus, der die einzige Quelle davon iſt, entweder an und für ſich oder durch ſeine Beſtandtheile bei den meiſten Völkern dieſes Welttheils bekannt geweſen zu ſeyn.

Thevenot ſagt, daß zwiſchen Agra und Delhi 69 bis 70 kleine Thürme wären; dieſe Thürme theilen den Zwiſchenraum in indiſche Maße ab. Dieſer Gebrauch, die Länge der Wege durch Säulen oder durch Steine abzutheilen, iſt ſehr alt und ſteigt bis in die fabelhaften Zeiten Aſiens hinauf a) Tavernier zählt 68 Koß zwiſchen Agra und Delhi, aber offenbar iſt jeder Koß durch einem Thurm angezeigt und man muß deren 70 zählen. Dieſe Länge iſt von H. d'Anville auf 90000 Toiſen gſchätzt worden. Jeder Koß beträgt alſo $1285\frac{5}{7}$ Toiſen, folglich grade die Hälfte von der Paraſange von 2568 Toiſen. Auch ſagt Pietro della Valle, ein genauer Reiſebeſchreiber ausdrücklich, daß der Koß eine halbe Paraſange ſei b)

Die Indier haben noch ein andres Maß, was ſie Gau nennen. Man rechnet zwiſchen Surate und Goa 61. H. d'Anville ſchätzt den Unterſchied der Breite dieſer beiden Städte auf $5\frac{1}{2}$ Grad, bei einem geringen Unterſchiede in der Länge $5\frac{1}{2}$ Grad machen, wenn man 57000 Toiſen auf einen Grad rechnet, 313500 Toiſen, die durch 61 getheilt, für jede Gau 5139 Toiſen oder die doppelte Paraſange, d. iſt. den großen ägyptiſchen Schönus geben. Auch ſagt Pietro della Valle, daß der Gau auf 4 Koß beſtehe c). Wir finden alſo in Indien die Paraſange und den Schönus wieder, die in Perſien nnd in Aegypten im Gebrauche waren, und glauben daraus ſchlieſſen zu können, daß die alten Maße allgemein beſtimmt geweſen ſind. Bemerkt man auch darin Veränderungen und geringe Unterſchiede, ſo wäre es nicht zu verwundern, wenn einige von dieſen Maßen durch den Gbrauch verändert wären.

§. 18.

In China ſcheinen die Maße ſehr von denen verſchieden zu ſeyn, die uns ſo eben beſchäftigt haben; indeß findet man doch die Eintheilung in Fingerbreiten daſelbſt und wir haben darin einige Sonderbarkeiten bemerkt, die wir uns an-

a) Herbelot, Bibliot. orient. p. 239.
b) M. d'Anville, Meſ. itin. p. 148.,
c) Ibid. p. 151.

zuführen erlauben, ohne einen Schluß daraus zu ziehen und ſie für etwas mehr als Sonderbarkeiten ausgeben zu wollen.

Die Chineſer haben einen Kubitus, der urſprünglich in acht und nachher in zehn Fingerbreiten eingetheilt wurde. Der Schritt enthält ſechs von dieſen Kubitus und der Ly 300 Schritte oder 1800 Kubitus.

Aus einer alten geographiſchen Entfernung, die vor unſerer Zeitrechnung iſt gemeſſen worden, ſchließt H. d'Anville, daß der Grad 445 Ly's enthalten müſſe.

Er führt eine Vergleichung der Paraſange mit dem Ly an, nach welcher 16 Ly auf eine Paraſange gehen.

Er erwähnt ferner dreier Gradmeſſungen, woraus ſich ergiebt, daß der Grad 342, 8; 337, 7 oder 336, 1 Ly beträgt. H. d'Aville fügt noch hinzu, daß nach einer alten Tradition der Grad 250 Lys enthielte a).

Endlich giebt er das Maß von mehrern chineſiſchen Füßen, die um nicht mehr als eine Linie verſchieden ſind, und wovon einer auf einem Aichmaße genommen, das der P. Parrennie an H. von Mairan ſchickte 11 Z. 10, 4 L. hält b).

§. 19.

Unſtreitig haben die Chineſer in verſchiedenen Zeiten oder vielleicht in derſelben Zeit verſchiedene Ly gehabt. Da der Ly immer aus 300 Schritten und 1800 Kubitus oder Fuß beſtand; ſo erhellt, daß die Veränderungen des Ly von den Veränderungen des Kubitus herrühren.

Wir haben bemerkt, daß dieſer Kubitus der aus acht Fingerbreiten beſtand eine ſehr merkwürdige Aehnlichkeit mit dem Kubitus von 32 Fingerbreiten, der in Perſien und in Aegypten im Gebrauche war; verräth. Er ſcheint ein Viertel davon zu ſeyn. Da alſo der ägyptiſche oder perſiſche Kubitus 20, 544 Zoll hielt, ſo wollen wir den chineſiſchen zu 5, 136 annehmen.

1) Der Ly von 1800 Kubitus ergiebt ſich aus 128, 4 Toiſen, und der Grad von 57072 Toiſen enthält deren 444½, genau ſo, wie ihn H. d'Anville geſchätzt hat. Dieß ſcheint uns ein ſtarker Beweis zu ſeyn, nicht nur von der Aehnlichkeit, die wir zwiſchen dem Kubitus von Kairo oder Babylon oder dem alten chineſiſchen Kubitus annehmen, ſondern auch von dem Werthe, den wir den alten chineſiſchen Ly beilegen. Ein

a) Souciet, Obſervations faites aux Indes et à la Chine, Tome II, p. 78.
b) d'Anville, Meſ. itin. Sect. XIII.

Ein anderes Faktum wird uns eine Wahrſcheinlichkeit mehr geben; man citirt eine Schätzung des Schönus von Eratoſthenes auf 40 Stadien a). Der Schönus enthielt 60 Stadien und die Paraſange 30; man muß alſo nothwendig annehmen, daß wenn Eratoſthenes die wirklich große Schöne gemeint hat, die 40 Stadien, woraus er ſie beſtehen läßt, den 90, welche ihr Herodot gab, gleich waren, und daß ſich folglich dieſe Stadien wie drei zu zwei verhielten. Die Stadie welche ſich daraus ergiebt findet man weder in Griechenland noch in Perſien wieder; aber ſehr merkwürdig iſt, daß ihr Werth von 128, 4 Toiſen genau der Werth des Ly iſt, der in den älteſten Zeiten in China gebraucht wurde.

2) Nimmt man an, daß die Chineſer in der Folge ihren Fuß vergrößerten, indem ſie ihm zehn Fingerbreiten gaben, und ihn bis auf 6, 420 Zoll brachten, ſo hält der Ly 160, 5 T. und weil 16 Ly ſo viel ſind als eine Paraſange, ſo ſchließt man daraus die Paraſange von 2568 Toiſen, grade ſo wie wir ſie beſtimmt haben. Der P. Gaubil b) ſagt, daß die Länge des Schattens in den Sommerſolſtitien zu Lojang 1 F. 5 Z. 8 L. und zu Nankin 1 F. 1 Z. 7 L. war. Der Chineſer Schätzung zufolge entſprach 1 Z. 250 L.; die Entfernung der beiden Städte war alſo 1025 Ly. Berechnet man aber die Sonnenhöhen, ſo findet man den Unterſchied der Breite zu 2° 51′; dieß macht, weil 57072 T. auf einen Grad gehn, 162655 T.; 1025 Ly von 160, 5 T. werden 164512 T. geben, was nicht ſehr verſchieden iſt; dieſe Schätzung fält in das Jahr 521 vor unſrer Zeitrechnung.

3) Hatten die Chineſer bei der Beſtimmung ihres F. von 8 Fingerbreiten die Abſicht ihm ein genaues Verhältniß zum alten Kubitus zu geben, ſo haben ſie gewiß bemerkt, daß ihr F. von zehn Fingerbreiten, dieß Verhältniß nicht behielt, oder wenigſtens, daß er nicht mehr ein aliquoter Theil dieſes Kubitus war, und vielleicht haben ſie ihn um zwei Drittel Fingerbreiten größer gemacht, damit er ein Drittel des Kubitus von 32 Fingerbreiten wurde. Alsdann war der Fuß 6, 848 Z. und der Ly, deren $333\frac{1}{3}$ auf 1° gehen, 171, 2 T. lang. Dieß entfernt ſich nur um einige Ly von den drei von H. d'Anville citirten und um das Jahr 700 unſrer Zeitrechnung ausgeführten Meſſungen. Allein folgendes iſt noch genauer. Der P. Gaubil c) ſagt, daß man im Jahre 1001 unſrer Zeitrechnung 1000 Ly auf 3° Breite rechnete; dieß war für jeden

a) Memoires de l'Academie des Inſcr. T. XXVI, p. 91.
b) Obſervations faites aux Indes et à la Chine. T. II, p. 54.
c) Ibid. p. 97.

Grad $333\frac{1}{3}$. Der Ly betrug alſo 171, 2 T. und war genau dem gleich, der ſich aus dem Werthe des von uns angenommenen Fußes ergiebt.

4) Nimmt man an, daß ſie bei fortgeſetzter Vergrößerung ihres F. denſel. als die Hälfte des ſchwarzen oder babyloniſchen K. und zu $13\frac{1}{2}$ Fingerbr. beſtimmt haben, ſo beträgt der F. 8, 667 Z., der Ly $216\frac{2}{3}$ T., und der Grad enthält 263 derſelben. Man ſagt, ohne die Zeit anzugeben, daß dieſer Grad 250 Ly enthielt; der Unterſchied von 13 Ly, in dieſer Tradition iſt ſehr möglich und wahrſcheinlich.

5) Zieht man endlich dieſen letzten F. von 8, 667 Z. von dem Kubitus von 20, 544 Z. ab, ſo bleiben 11, 877 Z. oder 11 Z. 10, 5 L., alſo auf ein $\frac{1}{10}$ noch derſelbe, der jetzt in China im Gebrauche iſt. Wir ſind zwar weit entfernt zu behaupten, daß die Chineſer bei den Veränderungen und der Schätzung ihres Fußes ſo verfahren ſind, indeß hielten wir dieſe Verhältniſſe einiger Aufmerkſamkeit würdig.

Wir wollen noch ein Faktum anführen, das dieſen Konjekturen mehrern Werth geben, und die chineſiſchen Maße mit den babyloniſchen und denen von ganz Aſien deutlicher verbinden kann. Die Verhältniſſe, die nimmer zwiſchen den Chineſern und Tartaren ſtatt gefunden haben, ſind bekannt; die gegründetſte und am wenigſten hypothetiſche Meinung iſt die, daß die Chineſer davon abſtammen, wenn man die ſcytiſchen und andern Völker die das nördliche Aſien bewohnt haben, Tartaren nennt. Carpin, der im Jahre 1253 von dem Pabſte nach der Tartarei geſchickt wurde, berichtet, daß die Pfeile der Tartarn zwei F., eine Palme und zwei Fingerbreiten lang wären; dieß ſind ihre Maße deren er ſich bedient; er ſchätzt ſie, indem er ſagt, daß zwölf Gerſtenkörner auf einen Z. oder eine Fingerbreite gehn und ſechszehn Z. auf einen F. *). Nun gehn in den babyloniſchen und arabiſchen Maßen nur ſechs Gerſtenkörner auf die Fingerbreite a); daraus ergiebt ſich alſo, daß die ſechszehn Fingerbreiten des tartariſchen F. ſo viel ſind, wie die 32 Fingerbreiten des großen babyloniſchen Kubitus. Man wird ſich weniger über die Aehnlichkeit der chineſiſchen Maßen mit dieſem Kubitus wundern, wenn man denſelben in der Tartarei in einem Zwiſchenlande, mit welchen China immer am meiſten in Verbindung geſtanden iſt, angeführt findet. Der große babyloniſche Kubitus enthielt acht Palmen, jeder von vier Fingerbreiten; und der tartariſche deſſen Fingerbreiten doppelt ſo groß waren, beſtand ohne Zwei-

*) Voyage de Carpin en Tartarie, edit. 1634, p. 366.
a) Oben p 508

ſei nur aus vier. Der alte chineſiſche Kubitus war nur dieſe Palme, die ſo viel als vier tartariſche Fingerbreiten, aber acht babyloniſche betrug.

Eine ſonderbare Uebereinſtimmung dürfen wir nicht vergeſſen, nämlich daß die Chineſer einen Acker haben um ihre Ländereien zu meſſen und die kaiſerlichen Taxen zu reguliren, dieſer Acker enthält 100 Quadratſchritt jeder von 18 F. a). Man bemerkt ſogleich die Aehnlichkeit mit unſerm Acker (arpent) der aus hundert Quadratruthen (perches) beſteht, jede von 18 F. Selbſt unſre Ruthe von 18 F. ſcheint urſprünglich aus zehn großen Kubitus beſtanden zu haben, welche 205,440 Z. ausmachten oder genau 18 griechiſche F. Wenn unſre Ruthe ſich verändert hat, ſo wird ſie ihren Werth von 18 F. beibehalten und ihn durch die Vermehrung des F. auf 216 Z. gebracht haben.

§. 20.

Dieſe Zuſammenſtellung unſrer Ruthe mit dem Kubitus ſcheint ein altes Maß von zehn großen Kubitus anzuzeigen. Golius führt zwei Maßen an, die in Babylon im Gebrauch waren, das eine hieß die Kanne von 6 Kubitus, das andere, welches der perſiſche Schönus genannt wurde, war von 60 Kubitus. Unſre Ruthe konnte alſo ein Zwiſchenmaß zwiſchen der Kanne und dem perſiſchen Schönus ſeyn. Es ſcheinen einige Spuren davon in einer von Scaliger angeführten Thatſache c) zu liegen. Die ſehr alten Aegypter hatten, ihm zufolge, eine Eintheilung des Umfangs des Thierkreiſes in 7704000 Stadien, jedes Zeichens in 642000 und des Grades in 21400. Er citirt den Julius Firmicus, welcher ausdrücklich ſagt d), daß jeder Theil eines Zeichens 21040 Stadien hat; aber Scaliger glaubt mit Recht, daß man 21400 leſſen müſſe. Wir ſind ſehr geneigt, zu glauben, daß dieſe vermeinten Stadien nur einige Kreiseintheilungen ſind, wie die Eintheilungen in Zehntel Sekunden es ſeyn würden; denn der Umfang würde deren 7776000, das Zeichen 648000 und der Grad 21600 enthalten; ſo daß wenn man geringe Fehler annimmt, man die Zahlen von Scaliger auf unſre Idee zurückführen könnte. Wären es aber Stadien, und mäßen ſie den Umfang der Erdekliptik, d. h. die Größe eines größten Kreiſes oder den Umfang der Erde, ſo müßten dieſe Stadien ſehr klein ſein: wir würden ſie auf 10 Kubitus oder den ſechs-

a) Hiſtoire gén. des voy. T. XXIII.
b) Golius ad Alfergan p. 74.
c) Noten zu Manilius, p. 220
d) Iulius Firmicus, Lib. VIII.

ten Theil des Schönus ſchätzen. Dieß Maß das 2 T. 5 F. 1,44 Zoll gleich iſt, würde wegen der 21400, den Grad auf 60927 T. geben, alſo wenig von dem verſchieden ſeyn, welchen ehemals die Chaldäer nach einer ſehr rohen Schätzung des menſchlichen Schrittes beſtimmt hatten. Wir würden alſo hier ein kleines Maß von 10 Kubitus finden das uneigentlich Stadie genannt, aber durchaus unſrer Ruthe von 18 F. gleich wäre, wovon ſie das Muſter geweſen ſeyn würde.

§. 21.

H. Freret hat verſucht den Werth des arabiſchen Kubitus auf dem Aichmaße eines Maßes Schah-arſchin genannt, auf dem perſiſchen Kubitus, oder dem Kubitus des Königs von Perſien wieder zu finden. Er hat ihn zu 2 F. 5 Z. 7 L. gefunden; nachher beſtimmte er aus den von Ebn Marouphi in Kubitus und von G. Grelot in Toiſen gegebnen Dimenſionen der S. Sophienkirche in Konſtantinopel den Kubitus des Ebn Marouphi zu 2 Fuß 5 Zoll 7, 2 Linien a).

H. d'Anville, der ſich ebenfalls auf die Dimenſionen der S. Sophienkirche gründet, findet dieſen Kubitus zu 2 F. 3 Z. 9 L. b). Dieſer Unterſchied in den Reſultaten zweier geſchickter Männer iſt ein Beweis, daß ſich nach dieſen gegebnen Größen nichts gewiſſes beſtimmen läßt. Wir können den Schah-arſhin und den von Ebn Marouphi gebrauchten Kubitus nicht; aber wir bemerken, daß bei mehrern Gelegenheiten ohne Zweifel aus Unwiſſenheit der Autoren, die Elle mit dem Kubitus iſt verwechſelt worden. Wie groß auch der Kubitus des Ebn Marouphi ſeyn mag, ſo erhellt ſo viel, daß man daraus nichts gegen die von uns beſtimmten ſchlieſſen kann. Unſre drei Kubitus haben mit dieſem nichts gemein; ſie ſtehen ungefähr in den Verhältniſſen der menſchlichen Statur. Die von Ebn Marouphi iſt faſt um die Hälfte über dieſe Verhältniſſe; ſie hat alſo nie nach der Länge des Vorderarms eingerichtet ſeyn können und den Namen des Kubitus nur durch Mißbrauch des Worts erhalten. Man bedient ſich in Perſien zweier verſchiedner Ellen, einer von 2 F. 10 Z. 11 L. und einer andern von 1 F. 11 Z. 3 L. c). Der Schah-arſhin iſt vielleicht ein Maß dieſer Art, das aus uns unbekannten Gründen verändert oder modifizirt iſt. Wir wollen nur bemerken daß die größte von den beiden Ellen, wovon wir ſo eben geſprochen haben, auf 3 L. nach der doppelte ſchwarze

a) Mem. Acad. des Inſcrip. T. XXIV, p. 540.
b) Meſ. itin. p. 17.
c) Encyclopédie, article aure oder gueze.

Kubitus von 27 Fingerbreiten iſt, denn da dieſer Kubitus 17 334 Zoll macht, ſo beträgt der dppelte 34, 668 oder 2 F. 10 Z. 8. L.

§. 22.

Um das, was wir ſo eben geſagt haben kurz zu wiederholen, ſo ſieht man, daß der große Kubitus von 20, 544 Z. beſtimmt iſt: 1) nach der genauen Meſſung des Nilomeders von Kairo, 2) nach der Identität der beiden von den Perſern und von Ptolemäus erwähnten Erdmeſſungen. Bei der Ableitung des philetäriſchen, griechiſchen und römiſchen F. verband man, wie wir geſehen haben, ihr Verhältniß mit den von Herodot, Strabo und Diodor von Sicilien angeführten Dimenſionen der großen Pyramide.

Der ſchwarze Kubitus, den die Araber bei der Gradmeſſung gebrauchten, und der ſich zum großen Kubitus wie 27 zu 32 verhielt, gab uns eine Schätzung dieſes Grades, der die ziemlich verſchiednen Erzählungen des Alfergan, Abulfeda und Albadegnius ſehr glücklich vereinigt. Eben ſo wurde die neue Beſtimmung der Paraſange durch die indiſchen und durch gewiſſe Verhältniſſe mit den chineſiſchen Maßen verbundnen Maße beſtätigt. Mit einem Worte die Menge dieſer Beweiſe, der Zuſammenhang und die Verhältniſſe aller alten Maße, wovon wir jetzt eine Tabelle geben wollen, ſcheinen uns die Genauigkeit unſerer Schätzung des großen Kubitus und ſeinen Einfluß auf die übrigen Maße, die ſich auf denſelben gründen, bis zur Demonſtration zu führen.

§. 23.

Da der Kubitus von 32 Fingerbreiten zu 20, 544 Z. beſtimmt iſt, ſo hält der gewöhnliche Kubitus von 24 Fingerbreiten der davon $\frac{3}{4}$ ausmacht.	15 Z. 408
Der babyloniſche Kubitus von Herodot oder der ſchwarze Kubitus der Araber von 27 Fingerbr. beträgt.	17, 334
Der philetäriſche F., der $\frac{2}{3}$ des großen Kubitus war.	13, 696
Der um $\frac{1}{6}$ kürzere griechiſche F.	11, 413
Der röm. F noch um $\frac{1}{25}$ kürzer.	10, 956
Der F. von Herodot, der $\frac{2}{3}$ von dem gewöhnlichen Kubitus ausmachte.	10, 272
Die perſiſche Kanne von 6 Kubitus macht.	10 F. 3, 264

Wir haben ein anderes kleines Maß von 10 Kubitus angenommen, das mit unſerer Ruthe übereinſtimmte, und dieß würde ſeyn.	17 F. 1 Z. 440
Der perſiſche Schönus von 60 Kubitus iſt.	17 T. 0 F. 8 Z. 740
Die perſiſche Meile iſt ſo viel als $7\frac{1}{2}$ alexandriniſche Stadien 3000 Kubitus oder	856 T.
Die Paraſange hielt $22\frac{1}{2}$ derſelben Stadien, 150 perſiſche Schönus, 9000 Kubitus, oder	2568
Der indiſche Koß iſt gleich $11\frac{1}{4}$ alexandriniſche Stadien, 15 perſiſche Stadien, 75 perſiſche Schönen, 4500 Kubitus, oder	1284
Der große ägyptiſche Schönus, gleich dem indiſchen Gau, hält 2 Paraſangen, 60 alexandriniſche Stadien, 80 perſiſche Stadien, 300 perſiſche Schönus, 18000 Kubitus oder	5136

Was die Stadien betrifft, ſo waren zuerſt zwei Stadien, die ſich wie 4 zu 3 wie der große Kubitus zum gewöhnlichen Kubitus verhielten.

Die ägyptiſche oder alexandriniſche Stadie enthielt 400 große Kubitus, oder	114 T.	0 F.	9 Z.	60
Die perſiſche Stadie enthielt 5 perſiſche Schönus, 300 große Kubitus, 400 gewöhnliche Kubitus.	85	3	7,	20
Wir haben ferner zwei andere kleinere Stadien gefunden, wovon die eine $\frac{4}{5}$ und die andere $\frac{3}{5}$ von dieſer war				
Die erſte enthielt 4 perſiſche Schönus, 240 große Kubitus, oder	68	2	10,	56
Die zweite, 3 Schönus, 180 Kubitus oder	51	1	1,	92

§. 24.

Was die übrigen Maße betrifft, die uns neuer zu ſeyn ſcheinen, ſo haben wir die hebräiſche Meile von 2000 großen Kubitus, die ohne Zweifel durch irgend einen geſetzlichen Gebrauch der Juden ſo eingeſchränkt war. Da ſie nun wußten, daß die perſiſche 3000 Kubitus oder 10 perſiſche Stadien hielt

und ihre Meile alſo, die nur $\frac{2}{3}$ davon ausmachte, 6$\frac{2}{3}$ Stadien betrug, ſo haben ſie es wahrſcheinlich bequemer gefunden ſie in ſechs Theile zu theilen und auf die Art hat die Stadie von ungefähr 95 Toiſen entſtehen können, welches die griechiſche Stadie geworden iſt.

Wir wiſſen nicht, wie die Römer ihre Meile zuſammengeſetzt haben, aber man könnte glauben, wenn nur die griechiſche Stadie bekannt wäre und man gehört hätte daß die Meilen urſprünglich aus 7$\frac{1}{2}$ Stadie beſtanden, ſie es für bequemer gehalten hätten, der ihrigen eine ganze Zahl von 8 griechiſchen Stadien zu geben, woraus ihre Meile von 756 Toiſen entſtanden iſt.

Was die arabiſche Meile von 962 T. 5 F. 4 Z. a) betrifft, ſo werden wir zeigen, daß ſie aus der alten orientaliſchen oder perſiſchen Meile hergeleitet war, welche aus 3000 großen Kubitus oder 4000 gewöhnlichen Kubitus beſtand. Als unter Almamon die Araber den Kubitus von 27 Fingerbreiten annahmen, der um drei Fingerbreiten länger war als der gewöhnliche Kubitus, ſo ſetzten ſie ebenfalls ihre Meile von 4000 dieſer Kubitus zuſammen, woraus ſich eine neue um $\frac{1}{8}$ längere als die alte von ungefähr 963 T. ergab. Die neuere italieniſche Meile die von dem Abbe' Boscowich zu 958 T. beſtimmt iſt, kann ſich vielleicht auf dieſer arabiſchen Meile gründen.

§. 25.

Die Tabelle aller dieſer Maße, welche beſtimmte Verhältniſſe haben, und alle aliquote Theile von einander ſind, ſcheint uns deutlich zu beweiſen, daß ſie nicht das Werk verſchiedner Völker, ſondern von einem und demſelben Volke erfunden, beſtimmt und aneinander gekettet, und ganz oder zum Theil von verſchiedenen Völkern angenommen ſind; und ihr allgemeiner Gebrauch in Aſien und Aegypten, iſt ein Beweis ihres hohen Alterthums.

Dieß iſt das Ziel, wohin uns die Stellen der Autoren geführt haben, deren Lektüre zur Bearbeitung unſers Gegenſtandes, nothwendig war. Wir haben die Thatſachen, die Beſtimmungen, welche ſich daraus ergeben, und ſelbſt unſere Konjekturen in dieſer Art von Diſſertation vereinigt, der wir eine gewiſſe Ausdehnung geben zu müſſen glaubten. Wir unterwerfen ſie dem Urtheile der Gelehrten, welche die Fakta

a) Unten 5ter Abſchn. §. 5.

des Alterthums unterſuchen. Wenn dieſe Unterſuchungen einiges neues Licht über einige Materie verbreiten, die ſchon ſo oft von geſchicktern Händen behandelt worden iſt, ſo verdanken wir dieß allein der Vorſtellung von dem großen Kubitus, den wir als die Quelle und den Urſprung aller übrigen Maßen betrachtet haben.

§. 26.

Wir haben die Erzählung von der Operation des Eratoſthenes mitgetheilt; man findet darin große Fehler. Poſidonius irrte nur um ungefähr 2°, indem er Rhodus und Alexandrien unter demſelben Meridian ſetzte; aber er irrte ſehr bei der Meſſung des Himmelsbogens. Die Beobachtungen des H. v. Chazelles geben nur 5° 17′ für den Unterſchied der Breite dieſer beiden Städte a). Die Rechnung, welche ſich auf das Verhältniß des Schattens zur Höhe des Gnomons gründet, würde ſelbſt nur 4° 34′ geben b). Nach den neuern Beſtimmungen des Grades zu 57072 T. würde die Entfernung dieſer beiden Städte, wegen 5° 17, 301530 T. betragen, welche niemals nur 3527, 3181 oder 2642 Stadien machen können, , man mag nun die Stadie zu 85 T. 3 F. 7 Z., zu 94, 833 T. oder zu 114$\frac{4}{10}$ T. annehmen. Er würde alſo um ein Drittel oder gar um die Hälfte in der Entfernung auf der Erde gefehlt haben. Nun fragen wir, ob es wahrſcheinlich iſt, daß ein ſo aufgeklärter Philoſoph als Poſidonius, dem die Erdmeſſung von Eratoſthenes und die aſtronomiſchen Mittel, deren ſich derſelbe bedient hatte, nothwendig bekannt ſeyn mußten, dieſe große Operation, aufs neue wieder unternommen haben ſollte, ohne ſie beſſer oder wenigſtens eben ſo gut zu machen, ohne ſich zu vergewiſſern, ob die Entfernung von Rhodus bis Alexandrien genau bekannt war, ohne darauf zu achten, daß er, da der Stern Kanopus zu Rhodus ſichtbar war und ſich, ſei es auch noch ſo wenig, über dieſen Horizont erhob, dieſe kleine Höhe mit in Betracht ziehen und ſie von den 7° ½, die er zu Alexandrien hatte, abziehen mußte? Wir dürfen nicht vergeſſen zu bemerken, daß dieſe Höhe von 7° ½ nach den Kenntniſſen, die man damals hatte, ziemlich genau war; denn die Höhe des Aequators über dem Horizonte von Alexandrien iſt nach unſern neuern Meſſungen 58° 49′ und die ſüdliche Deklination des Kanopus, welche ſich aus ſeiner Lage im Almageſt ergiebt, iſt 51° 23′. Im Meridian

a) Memoires de l'Academie des Sciences ann. 1761.
b) 3tes Buch §. 32.

hatte er alſo 7° 26′ Höhe. Iſt es wahrſcheinlich, daß Poſidonius 2° und mehr, um welche ſich der Stern zu Rhodus erhob, nicht ſollte mit in Rechnung gebracht haben. Ein Mann, wie er begeht ſolche Fehler nicht.

Kepler hatte den Fehler dieſer Beobachtung der Refraktion zugeſchrieben, die Poſidonius nicht angewandt hat. Allein die Refraktion kann aufs höchſte nur 30′ hervorbringen. Kepler muß alſo eine weit ſtärkere Refraktion zu Alexandrien a) annehmen.

§. 27.

Wir haben dieſer Meſſung von Poſidonius alle Genauigkeit zugeſchrieben, die wir in den von Ariſtoteles und Ptolemäus angeführten Meſſungen bemerkt haben; dieß mußten wir, weil ſie völlig einerlei iſt. Aber, wird man fragen, wie kann eine Beſtimmung, die ſich auf zwei grobe Fehler gründet, ein ſo genaues Reſultat hervorbringen? Wir haben ſchon geantwortet, daß ſie ſich von einem Manne wie Poſidonius, nicht vermuthen läßt. Wie iſt er denn aber auf dieß Reſultat gekommen? Wie haben ihn die Hiſtoriker dieſer Fehler beſchuldigt? Dieß läßt ſich nicht anders als durch Konjekturen erklären. Erſtlich iſt offenbar, daß Kleomedes die Operation von Poſidonius ſchlecht beſchrieben hat; aber wir bemerken einen Umſtand, der uns vielleicht Auskunft darüber geben wird. Poſidonius wußte, ſagt man, daß zu Alexandrien der Stern Kanopus ſich 7° ½ erhob, daß er, wenn er zu Rhodus kaum über den Horizont gekommen war, faſt in demſelben Augenblicke, wenn er aufgegangen war, wieder unterging, und daß er für Griechenland niemals aufging. Dieſer letztere Umſtand lehrt uns, daß wenn dem Poſidonius Inſtrumente fehlten, die Höhe des Sterns Kanopus zu Rhodus zu meſſen, er ſo lange gegen Norden fortgehen konnte, bis er ſich ihm nicht mehr über dem Horizonte zeigte. War alsdann die Entfernung von Alexandrien, bis zu dem Orte, wo er ſtillſtand genau genug bekannt, war das Klima und der Tag, an welchem er beobachtete heiter genug um einen hellen Horizont zu geben, ſo konnte er eine ziemlich gute Beobachtung anſtellen. Vielleicht hat er auch mit irgend einem Inſtrumente die Höhe des Kanopus zu Rhodus gemeſſen, und da der Unterſchied der Höhe dieſes Sterns zu Rhodus und zu Alexandrien kein aliquoter Theil der Peripherie war, ſo wird er zu der Zahl der Stadien, welche die Entfernung dieſer beiden

a) Paralip. ad Vitell. p. 149.

Städte maß, das hinzugefügt haben, was er hinzufügen mußte damit ſie 7° $\frac{1}{2}$ oder dem achtund vierzigſten Theile des Kreiſes entſpräche; die Stelle des Kleomedes iſt vielleicht verſtümmelt oder entſtellt und dieſe nähern Umſtände ſind unterdrückt worden. Alle dieſe Konjekturen ſind von keinem großen Gewichte; aber wir können eine ſtärkere Wahrſcheinlichkeit hinzufügen, nämlich daß Ptolemäus gewiß die Erdmeſſung des Eratoſthenes kannte. Es konnte ihm nicht unbekannt ſeyn, daß Hipparch ſie zu korrigiren oder eine neue zu geben behauptet hatte, und ſo groß auch ſein Zutrauen zu dieſen beiden Aſtronomen war, ſo hat er doch die Meſſung des Poſidonius vorgezogen. Er mußte ſie alſo für beſſer halten und wiſſen, daß die Mittel, deren ſich Poſidonius bediente, eine größere Genauigkeit erwarten ließen als die von Eratoſthenes. Die Erzählung des Kleomedes iſt alſo nicht wahr, oder wenigſtens verändert; denn die Umſtände, die dieſer Autor anführt, würden dem Ptolemäus das größte Mistrauen eingeflößt haben, und wir glauben mit dieſem Aſtronomen, daß die Beſtimmung von Poſidonius ſehr genau war.

§. 28.

Poſidonius ſcheint ſich dabei zweimal korrigirt zu haben, oder wir glauben, daß er ſeine erſte Meſſung durch eine zweite beſtätigt hat. Wir lernen von Kleomedes, daß man den Himmelsbogen zwiſchen Lyſimachien und Syene als den funfzehnten Theil des Umkreiſes oder zu 24° fand, da die Entfernung auf der Erde 20000 Stadien betrug. Es ergiebt ſich hieraus, daß der Umfang der Erde 300000 Stadien beträgt a). Dieſe Meſſung iſt eine von den vieren, deren Identität wir gezeigt haben. Wir ſchreiben ſie dem Poſidonius zu, weil man den Verfaſſer davon nicht nennt, und es uns unwahrſcheinlich zu ſeyn ſcheint, daß eine Meſſung, deren Reſultat durchaus mit dem ſeinigen übereinſtimmt, eine Meſſung, die nur zu ſeiner Zeit angeführt wird, und deren Verfaſſer unbekannt iſt, ihm nicht gehören ſollte. Wahrſcheinlich hat dieſer aſtronomiſche Philoſoph, der die ganze Wichtigkeit und Schwierigkeit einer ſolchen Unternehmung fühlte, das Reſultat, das er durch ſeine erſte Meſſung erhalten hatte, durch eine neue Baſis von 20000 Stadien beſtätigt. Wir glauben wohl, daß dieſe Reſultate nicht vollkommen dieſelben waren, und daß Poſidonius es ſich erlaubt hat um ſie

a) Cleomedes, Cyclica theoria, L. I, c. 11.

übereinſtimmend zu machen, geringe Unterſchiede zu unterdrücken. Ja, wir ſind ſogar geneigt ſie anzunehmen, daß er einige Veränderungen vorgenommen hat, um ſeine Meſſung, die, welche Ariſtoteles als das Werk der alten Mathematiker angeführt hatte, gleich zu machen. Dieſe alten Mathematiker dieſe erſten Beförderer der Wiſſenſchaften ſind es, denen wir den Ruhm, der ihnen gehört, wiedergeben müſſen. Man bemerke, daß die Beſtimmung des Poſidonius auf zwei Grundlinien gegründet war, die eine von 5000, die andere von 20000 Stadien; oder die eine von 150 und die andere von 600 Lieues. Es leidet keinen Zweifel, daß dieſe großen Grundlinien, die weit ausgedehnter waren, als die Baſen aller unſern neuern Meſſungen, das Zutrauen des Ptolemäus verdient haben, und die Beweggründe des Vorzugs ſind, den er den Beſtimmungen dieſes Philoſophen einräumt. Dieß iſt zu gleicher Zeit die Quelle ihrer Genauigkeit.

§. 29.

Riccioli wirft gegen die Erdmeſſung, welche aus dem Bogen von 20° zwiſchen Lyſimachien und Syene geſchloſſen iſt, ein, daß die Lage dieſer beiden Städte nur 18 Grade Unterſchied der Breite giebt. Syene hat nämlich 23° 50′ Breite und 62° Länge, Lyſimachien 54° 20′ Länge und 41° 30′ Breite. Aber Ptolemäus bemerkt, daß um die Erde zu meſſen es nicht nothwendig ſei, daß die Entfernung der Städte in einem Meridiane lägen, wenn ſie ſich nur in einem größten Kreiſe befänden. Nachdem er die Methode von der Entfernung der Städte, die unter einerlei Meridiane liegen erklärt hat, fügt er hinzu: Quod vero etiamſi non per polos capiamus circulum eum, qui per dimenſum interuallum ducitur, ſed per quemlibet e maximis poſſit id quod propoſitum eſt oſtendi, obſeruatis ſimiliter eleuationibus in terminis, et poſitione, quam habet interuallum illud ad alterum meridianum propoſuimus nos, idque per extrutionem organi meteroſcopi b). Ptolemäus lehrt alſo, daß man den größten Kreis nehmen könne, der durch die beiden Scheitelpunkte geht, vorausgeſetzt, daß man die Breite dieſer beiden Grenzpunkte genommen hat, und die Lage dieſes größten Kreiſes in Abſicht des Meridians d. h. den Unterſchied der Länge kennt. Ptolemäus entwickelt hier die Methode der Alten;

a) Geogr. refor. p. 141.
b) Ptolem. Geogr. Lib. I, c. 3.

wir wundern uns, daß man darauf nicht geachtet hat. Man darf ihnen alſo nicht vorwerfen, daß die Städte, deren Entfernung ſie gemeſſen haben, nicht unter demſelben Meridiane lagen; denn ſie wußten dieß ſehr gut mit in Betracht zu ziehen. Die andere Methode iſt ohne Zweifel beſſer, weil die Reduktion, die ſie erfordert, eine neue Quelle von Fehlern iſt. Allein ſie hatten doch eine Methode, deren Prinzipe genau waren. Wir hoffen, daß dieſe Zuſammenſtellungen, die Identität und die Genauigkeit der alten Erdmeſſungen unſern Leſern einiges Vergnügen machen, und daß ſie, wie wir urtheilen werden, daß die Arbeit der Alten mehr Achtung verdient, als man ihr bis jetzt geſchenkt hat.

Fünfter Abſchnitt.

Von Ptolemäus und ſeinen Nachfolgern bis zum Ende der alexandriniſchen Schule.

§. 1.

Die Aſtronomie hatte ſeit Hipparch keine große Fortſchritte gemacht. Poſidonius war der einzige, der wegen einiger richtigen Ideen und der glücklich ausgeführten Unternehmung zum zweiten Male die Erde zu meſſen, bemerkt zu werden verdiente. Die alexandriniſche Schule, die bei ihrem Entſtehen, an großen Männern ſo fruchtbar war, ließ nach einer Ruhe von drei Jahrhunderten den Ptolemäus auf den Hipparch folgen. Ptolemäus hat ſeinen Ruhm theils ſeinen eignen Arbeiten, theils aber auch dem verdienſtvollen Unternehmen zu verdanken, daß er die Arbeiten ſeiner Vorgänger ſammelte und ſie verbunden mit ſeinen Beobachtungen, in ein Syſtem brachte, das ſich wegen ſeiner innern Vortreflichkeit bis auf unſre Zeiten erhalten hat. Dieß Werk, das unter dem Namen Almageſt bekannt iſt, macht den Uebergang von der alten zur neuern Aſtronomie, und man würde es nicht unſchicklich mit jenen Niederlagen und Handelshäfen vergleichen, welche die Produkte des einen Welttheils aufnehmen, um ſie dem andern mitzutheilen. Es enthält Beobachtungen, die wegen ihres Alterthums ſehr wichtig ſind; und ohne welche wir die mittlern Bewegungen der Planeten nicht ſo genau kennen würden, als ſie Hipparch und Ptolemäus kannten. Ueberdieß findet man in dieſem Buche auch die Methoden, oder wenigſtens den Keim der Methoden, deren man ſich noch heutiges Tages bedient. Es iſt lange Zeit das Elementarbuch aller Nationen geweſen, und der Ruhm deſſelben fällt auf ſeinen Verfaſſer zurück.

Ptolemäus wurde zu Ptolemaides in Aegypten geboren. Wegen der Aehnlichkeit der Namen hat man,

ohne irgend einen andern Grund geglaubt, er ſei von königlicher Abkunft a); allein ſein Genie bedurfte dieſes oft ſo ſchwachen, Hülfsmittels nicht, um ſeinen Namen auf die Nachwelt zu bringen. Er lebte unter der Regierung Hadrians und Antonius. Seine Beobachtungen, die Beſtätigungen des Lebens eines Aſtronomen, begreifen einen Zeitraum von vierzehn Jahren in ſich. Im neunten Jahre Hadrians oder im 125ſten unſrer Zeitrechnung beobachtete er eine Mondfinſterniß, und im zweiten Jahre Antonius oder 139 einige Sterne b). Dieß iſt die Epoche ſeiner Arbeiten.

§. 2.

Will man bloß die Entdeckungen, die wirklich dem Ptolemäus gehören, erzählen, ſo iſt die Geſchichte derſelben nicht leicht. Sein großes aſtronomiſches Werk iſt das einzige, was von ſo vielen andern untergegangenen, aus dem Schiffbruche gerettet worden iſt. Man hat daher, dieß ſo nothwendige Buch, um ſo mehr geſchätzt. Die Araber überſetzten es: und gaben ihm in ihrer emphatiſchen Sprache den Namen Almageſt, oder großes Werk. Ptolemäus hat lange Zeit und mit einigem Rechte als der Stifter der Aſtronomie gegolten. Man betrachtete den Hipparch nur als ſeinen Vorläufer. Als aber die Neuern, nicht als Schüler, ſondern als Kritiker, dieß Werk gründlich ſtudierten, verglichen ſie die Worte des Ptolemäus unter einander, und ſahen, daß er ſich Erfindungen zueignete, die ihm nicht gehörten. Sie unterſuchten die Beobachtungen, und bemerkten zuweilen eine nicht ſehr natürliche Uebereinſtimmung, wodurch ſie ihnen verdächtig wurden. Die alten Inſtrumente ſchienen keiner ſolchen Genauigkeit fähig geweſen zu ſeyn. Ptolemäus Celebrität verlor dadurch ungemein, und die Neuern ſetzten ihn eben ſo ſehr herunter, als ihn die Araber und

a) Erläut. §. 1.
b) Almag. Lib. VII, c. 2. Lib. IV, c. 9.

die erſten europäiſchen Aſtronomen erhoben hatten. Beide Partheien gingen zu weit. Ptolemäus, den man des Betrugs beſchuldigte, mag vielleicht nicht die Abſicht gehabt haben, ſich den Ruhm, von dem, was ihm nicht gehört, zuzueignen a). Hipparchs Werke exiſtirten noch zu ſeiner Zeit. Er ſchrieb für ſeine Zeitgenoſſen, und hatte alſo nicht nöthig, die Urheber der Erfindung zu nennen, ſo wie auch wir es machen, wenn ſie allgemein bekannt ſind. Weit ſchwerer aber iſt er wegen verdächtig ſcheinenden Beobachtungen zu rechtfertigen. Hat er ſie verändert, um mehr Uebereinſtimmung in den Reſultaten zu zeigen, ſo hat er ſich offenbar einer Untreue ſchuldig gemacht. Allein wir ſind zu wenig in der Sache unterrichtet, und es iſt ſchwer ein billiges Urtheil darin zu fällen. Vermuthlich hat er ſichs erlaubt die Beobachtungen zu wählen, aber nicht ſie zu verändern. Er verfuhr wie die Fürſten, welche diejenigen von ihren Hofleuten verbannen, die nicht ihrer Meinung ſind.

§. 3.

Die Arbeiten, von denen wir jetzt Rechenſchaft geben wollen, und die wir mit Recht als die ſeinigen betrachten zu können glauben, ſind hinreichend, ihn zum großen Aſtronomen zu machen. Nach Hipparch verdient er den erſten Rang einzunehmen. Beide unterſcheiden ſich dadurch von einander daß Hipparch gründlicher und mehr zur Unterſuchung der Thatſachen als der Urſachen aufgelegt geweſen zu ſeyn ſcheint; hingegen Ptolemäus einen feurigen Charakter, eine lebhaftere Einbildungskraft beſaß, und nur beobachtete um zu erklären. Vielleicht hat er ſogar, wie dieß gewöhnlich bei ſyſtematiſchen Köpfen der Fall iſt, in voraus die künftigen Erſcheinungen beſtimmt, und die Thatſachen geordnet, ehe er ſie beobachtete. Dieß erregt ein Mißtrauen gegen das, was er geſehen zu haben behauptet. Er hatte den Stolz alles umfaſſen, allein

a) Erläut. §. 2 u. 3.

das große Weltgebäude aufführen zu wollen. In gewiſſen Betracht und für die damalige Zeit, iſt ihm dieß auch wirklich gelungen. In der That ein ungeheurer Plan, der einen erhabnen und großen Geiſt verräth. So ſehr wir auch gegen die Verwickelung aller auf einander ſich fortbewegenden Kreiſe eingenommen ſind, ſo können wir doch nicht umhin, das Genie des Ptolemäus zu bewundern, der in der Kindheit der Geometrie, der Phyſik und der Aſtronomie, den Plan zum Almageſt entwarf und ausführte, und allgemeine Hypotheſen erfand, die den vorzüglichſten und auffallendſten Erſcheinungen entſprechen.

§. 4.

Ptolemäus fing mit der Mondstheorie da wieder an, wo Hipparch ſtehen geblieben war. Als er die beobachteten Entfernungen des Mondes von der Sonne unterſuchte, bemerkte er, daß die mittlere, durch die Gleichung von 5° 1′ korrigirte Bewegung, nicht zureichte, dieſe Entfernungen darzuſtellen. In den Oppoſitionen und Konjunktionen war ſie zwar hinlänglich; ſo wie man ſich aber von dieſen Punkten entfernte, ſo wichen die beobachteten Längen immer mehr und mehr von der Rechnung ab, bis auf die Quadratur, wo die Unterſchiede am größten waren. Dieſe Veränderung, die bald beträchtlicher, bald geringer war, trat für jede Quadratur, und folglich bei jeder Revolution zwei mal ein. Die Gleichung wurde zuweilen 7° 40′ ſtatt 5° 1′. Ptolemäus nannte dieſen Ueberſchuß von 2° 39′ die zweite Ungleichung oder die zweite Mondsgleichung. Es iſt zu bemerken, daß dieſe Summe von 7° 40′ um keine Minute von unſern neuern Beobachtungen abweicht a). Sie kann auch dazu dienen, den Ptolemäus von dem Verdachte zu reinigen als habe er die Beobachtungen willkührlich angenommen. Die Summe dieſer Gleichungen iſt eine Thatſache; Ptolemäus hat ſie nicht errathen können, er war vermöge wahrer und ſelbſt

a) Erläut. §. 4.

genauer Beobachtungen im rechtmäßigen Beſitze derſelben.

§. 5.

Hipparch hatte gezeigt, daß man die erſte Ungleichheit durch einen Epicykel oder durch einen excentriſchen Kreis vorſtellen könnte. Ptolemäus bediente ſich beider Mittel um beide Ungleichheiten zu erklären Allein hier zeigte ſich eine ſonderbare Schwierigkeit, deren Hinwegräumung ohne Zweifel viel Mühe koſtete. Die Gleichung betrug in den Neu- und Vollmonden nie über 5° 1′; in den Quadraturen war ſie zuweilen 7° 40′. Die Bewegung des Mondes in ſeinem Epicykel verbunden mit der Bewegung des Mittelpunkts dieſes Epicykels in einem excentriſchen Kreiſe, wurde als die Urſache der Ungleichheit angenommen; da nämlich die Erde nicht im Mittelpunkte liegt, ſo erſcheint dieſe Ungleichheit größer wenn der Mond näher, und kleiner, wenn er weiter entfernt iſt. Auf die Art glaubte man alles erklärt zu haben. Indeß zeigte ſich hier bald eine Schwierigkeit. Liegt nämlich die Erde nicht im Mittelpunkte, und die Ungleichheit des Mondes iſt in irgend einem Punkte größer weil die Erde näher iſt, ſo folgt daraus, daß ſie in dem diametriſch entgegengeſetzten Punkte wegen der größern Entfernung, um ſo geringer ſeyn muß. Dieſer Schluß paßte nicht zu den Erſcheinungen, denen zufolge die Ungleichheit in den beiden Quadraturen völlig oder beinahe dieſelbe ſeyn kann. Ptolemäus ſah ſich daher genöthigt, eine Bahn anzunehmen, die nach den Syzygien verlängert, und in der Gegend der Quadraturen zuſammengedrückt war. Die Ellipſe konnte ihm nicht unbekannt ſeyn, er war ihr damals ſchon ſehr nahe, allein noch war nicht die Zeit gekommen, ſie in die Aſtronomie aufzunehmen. Die Erfindung einer weniger einfachen und von der Wahrheit mehr abweichenden Hypotheſe erforderte viel Genie. Er ſtellte ſich die Sache auf folgende Art vor: der Mond bewegt ſich in ſeinem Epicykel auf dem Umfange eines großen Kreiſes, in deſſen Mittelpunkte die Erde nicht liegt, und dieſer

Mittelpunkt des excentriſchen Kreiſes, in welchem ſich der Epicykel und der Mond bewegt, wird ſelbſt in einem kleinen Kreiſe nach der entgegengeſetzten Richtung des Mittelpunkts des Epicykels um die Erde fortgeführt. Aus dieſer verwickelten Hypotheſe folgt, daß die Entfernungen des Mondes von der Erde in den beiden Syzygien d. h. beim Neu- und Vollmonde, und eben ſo in den Quadraturen einander gleich ſind. Im erſten Falle ſind dieſe Entfernungen dem um den Halbmeſſer des kleinen Kreiſes vermehrten, im zweiten Falle dem um denſelben Halbmeſſer verminderten Halbmeſſer des excentriſchen Kreiſes gleich; die Ungleichheit iſt daher im erſten Falle die größte.

Dieſe Hypotheſe iſt in der That ſehr ſinnreich, und erklärt die Veränderungen der beiden Ungleichheiten für die Syzygien und Quadraturen ſehr gut, allein die mittlern Erſcheinungen ſtimmten nicht damit überein. Der ſchwierige Punkt liegt darin alles zu erklären, und dieß unterſcheidet das wahre Weltſyſtem von einer bloßen Hypotheſe. Man ließ ſich damals nur auf die Haupterſcheinungen ein und erklärte das andere ſo gut man konnte.

§. 6.

Auf alle Mondsbeobachtungen, die Mondfinſterniſſe ausgenommen, hat die Parallaxe Einfluß; mit der man ſich alſo vor allem andern vorzüglich bekannt machen mußte. Schon Hipparch hatte ſie, wie wir geſehen haben, zum Gegenſtande ſeiner Unterſuchung gemacht; allein er ſcheint ſelbſt mit der Genauigkeit ſeiner Beſtimmung nicht zu frieden geweſen zu ſeyn. Wir glauben, daß dieſe Unterſuchung eben ſo wie die Erfindung des zu dieſer Beobachtung gehörigen Inſtruments dem Ptolemäus gehört a).

Es beſtand aus zwei gleichen hölzernen, ſieben Fuß langen Linealen, die in ſechszig Theile getheilt

a) Ptolem. Almag. Lib. V, c. 12. Das Inſtrument wurde Triquetum genannt.

waren. Das eine davon war unbeweglich und wurde vermittelſt eines Senkbleies vertikal aufgeſtellt; das andere konnte auf einem dritten, welches das Dreieck vollendete, bewegt werden, und wurde vermittelſt zweier Dioptern auf einen Stern gerichtet. Die Abweichung der beiden Regeln bildete einen Winkel, der den Winkel der Entfernung des Sterns vom Scheitelpunkte maß. Das dritte Lineal, das wie die beiden andern, in ſechszig Theile getheilt war, maß die Abweichung, und diente dazu, die Größe des Winkels, wovon ſie die Sehne war, kennen zu lernen. Dieß Inſtrument in Geſtalt eines Dreiecks that die Dienſte unſrer Kreisausſchnitte, von denen man es als das Model anſehen kann.

Es iſt zu bemerken, daß dieß Inſtrument, auf die von uns feſtgeſtellte Grundidee gebauet iſt. Es iſt ein Halbmeſſer der ſich um einen Mittelpunkt bewegt. Die Eintheilung des Halbmeſſers in 60 und des Kreiſes in 120 Theile hat ebenfalls in der Sexageſimalrechnung, die bei allen Eintheilungen gebraucht wurde, ihren Grund. Sie führt uns auf die Idee, daß die Alten, die lange vor Ptolemäus dieſe Eintheilung eingeführt haben, die Abſicht hatten, den Durchmeſſer des Kreiſes in Theilen zu meſſen, die beinahe den 360 Theilen, in welche der Umfang eingetheilt iſt, gleich wären. Sie hielten ſie vielleicht gar für völlig gleich. Denn vielleicht hat man, da Archimedes zuerſt das Verhältniß des Umfangs zum Durchmeſſer wie 7 zu 22 beſtimmt hat, vor ihm geglaubt, der Durchmeſſer ſei ein Drittheil des Umfangs. Dieſe rohe Näherung ſcheint der archimediſchen haben vorhergehen zu müſſen. Einen Beweis davon findet man ſogar in der Geſchichte der Chineſer die zur Zeit des Cocheou King oder bis zum Jahre 1280 unſrer Zeitrechnung glaubten, das Verhältniß des Umfanges zum Durchmeſſer ſei Drei zu Eins a).

a) Erläut. B. VI. §. 26.

Ptolemäus iſt alſo der Erfinder einer neuen Art von Beobachtung. Bis dahin hatte man nur Finſterniſſe, Längen und Breiten vermittelſt der Ringkugeln beobachtet. Ptolemäus, welcher bemerkte, daß die Parallaxen von den Entfernungen vom Scheitel abhingen, dachte darauf, dieſe Entfernung unmittelbar zu meſſen, um ſie von der Wirkung der Parallaxe zu korrigiren, und ſich denn ihrer zur Beſtimmung des wahren Ortes des Mondes zu bedienen. Dieß iſt noch ein neuer Beweis unſers behaupteten Satzes, daß zu neuen Fortſchritten neue Inſtrumente nothwendig ſind.

§. 7.

Das Inſtrument, welches Ptolemäus erfunden hatte, diente ihm dazu, die Entfernung des Mondes vom Zenith von Alexandrien zu meſſen, wenn er am weiteſten davon entfernt war, und er fand dieſe Entfernung von 50° 55′; darauf berechnete er für denſelben Augenblick, vermittelſt der aus den Tabellen bekannten Länge und Breite die wahre Entfernung dieſes Geſtirns von Zenith. Für diejenigen, welche nicht mit der Aſtronomie bekannt ſind, bemerken wir, daß alle Kreiſe der Himmelskugel durch eine gegenſeitige Abhängigkeit mit einander verbunden und in einer beſtändig bekannten Lage ſind. Iſt folglich der Ort eines Geſtirns in Beziehung auf einen von dieſen Kreiſen beſtimmt; ſo iſt ers auch in Beziehung auf alle übrige, und man hat weiter nichts zu thun, als daß man ihn nach den Regeln der Trigonometrie berechnet. Hat man die Lage des Mondes in Beziehung auf die Ekliptik, ſo kann man auch ſeine Lage in Beziehung auf den Horizont und aufs Zenith haben. Ptolemäus fand daher durch Rechnung die Entfernung des Mondes vom Zenith 49° 48. Die Wirkung der Parallaxe verminderte alſo die Höhe des Mondes über dem Horizonte um 1° 7′ a). Dieſe Parallaxe war viel zu groß, allein der Fehler vermehrte ſich noch,

a) Almag. Lib. V, c. 13.

als Ptolemäus aus dieſer Beobachtung die Parallaxen herleitete, die den aus ſeinen falſchen Hypotheſen hergeleiteten Entfernungen gehörten. Dieſe Entfernungen ſtanden nicht in den gehörigen Verhältniſſen und ihre Parallaxen waren alle ſowohl in Abſicht ihrer abſoluten Größe als ihres Verhältniſſes gegen einander fehlerhaft a). Indeß muß man doch geſtehen, daß Ptolemäus es in der Berechnung der Parallaxen weit gebracht hat. Er hat die Regeln zur Berechnung der Größen gegeben, die auf die Länge und Breite Einfluß haben, und man ſieht, daß ihm dieſe Materie völlig bekannt war.

§. 8.

Wir fürchten, daß dieſe umſtändliche Beſchreibung die eine Reihe von Prinzipen und abſtrakten Wahrheiten iſt, dem größten Theile unſerer Leſer trocken ſeyn wird. Man muß, um darin einiges Vergnügen zu finden, die Kette der Wahrheiten mit anhaltender Anſtrengung des Geiſtes verfolgen. Aber die Reiſe am Himmel iſt weder leichter noch angenehmer als auf der Erde. Ein Philoſoph, der die Welt umreiſet, iſt darauf gefaßt, wüſte Gegenden mit fruchtbaren Gefilden, und die rohe und wilde Natur mit der lachenden und durch Kunſtfleiß verſchönerten, abwechſeln zu ſehn. Dieſe Geſchichte iſt ein Ganzes von phyſikaliſchen und mathematiſchen Wahrheiten: ſie iſt das Reſultat deſſen was der Menſch geſehen, und gedacht hat. Allein die phyſikaliſchen Wahrheiten, welche durch unſre Sinne fortgepflanzt werden, und in Bilder, die unſre Seele rühren, eingehüllt ſind, ſind anziehender. Die mathematiſchen hingegen, ſind von einer abſchreckenden Nacktheit, und ihre ernſte Strenge duldet nicht den Schmuck der Einbildungskraft Ruft der Geiſt jene Wahrheiten ins Gedächtniß zurück ſo wird er von der erhabnen Vorſtellung der Unermeßlichkeit und des Glanzes der Gegenſtände

a) Unten Erläut. §. 7.
b) Ebend. Erläut. §. 9.

hingeriſſen, er ſieht große Maßen und große Räume, er wird durch lebhafte Gemälde unterhalten, nnd durch die Bewegung beſchäftigt und in Thätigkeit geſetzt. Bald gehen die verſchiednen Theile des Univerſums vor ihm vorüber, bald erhebt ſich ſein Geiſt, ſie ſelbſt zu durchlaufen. Beſchäftigt ſich hingegen das Gemüth mit den letztern, ſo fühlt es ganz die Ruhe einer kalten Betrachtung; unbeweglich ſteht es, wie in einer gänzlichen Einöde vor dieſen Wahrheiten. Alles was von unſrer materiellen Exiſtenz abhängt, Bewegung, Farbe, ſinnliche Eigenſchaften ſind verſchwunden, ſelbſt der Raum iſt oft vernichtet, und es bleibt nichts übrig als Linien ohne Breite, Flächen ohne Körper, welche, alles deſſen beraubt, was ſie unſern Sinnen anſchaulich macht, nur eine idealiſche Exiſtenz zu haben ſcheinen. Die Wahrheit, auf dieſe Art auf ſich ſelbſt zurück geführt, hat jedoch Reize; allein um davon gerührt zu werden, muß man die Täuſchungen, die uns umgeben vergeſſen. Entſprungen in der intellektuellen Welt, ſcheint nur dem Genuſſe reiner Geiſter aufbewahrt zu ſeyn.

§. 9.

Aber auch intereſſante Beſtimmungen deren Wichtigkeit in die Sinne fällt hat Ptolemäus unternommen. Er ſuchte die Parallaxe der Sonne, oder was einerlei iſt, ihre Entfernung von der Erde zu beſtimmen. Der Menſch, der jeden Augenblick das Bedürfniß der Wärme fühlt, der die Pflänzen, die ihn nähren, die günſtigen Strahlen der Sonne erwarten ſieht, muß begierig ſeyn zu erfahren, wie weit er von dieſem Brennpunkte, von dem unermeßlichen Behälter alles deſſen, was die Natur belebt und verſchönert, entfernt iſt. Allein dieſe Unternehmung war für jene Zeiten noch zu ſchwer. Die aſtronomiſchen Mittel, welche kaum jetzt hinreichen, waren damals zu beſchränkt. Ptolemäus beſtimmte dieſe Entfernung nach einer ziemlich ſinnreichen Methode, die aber ſehr fein war, um nicht fehlerhaft zu ſeyn. Sie gründet ſich erſtlich auf die

Vorausſetzung, daß der Durchmeſſer der Sonne dem Durchmeſſer des Mondes, wenn dieſer am weiteſten von der Erde entfernt iſt, gleich ſei, und zweitens auf die Beobachtung des Durchmeſſers des Erdſchattens. Man beſtimmt die Größe dieſes Durchmeſſers durch die Zeit, welche der Mond in ſeinen Finſterniſſen zum Durchgange durch denſelben gebraucht. Weil nun die Erde von der Sonne, das iſt von einem Körper, der größer als ſie ſelbſt iſt, erleuchtet wird, und ihr Schatten eine kegelförmige Geſtalt hat, ſo muß der Theil dieſes Schattens, durch welchen der Mond hindurch geht, um ſo größer ſeyn, je näher der Mond der Erde iſt, und derſelbe Theil muß auch um ſo größer ſeyn, je weiter die Sonne entfernt iſt. Die Größe des Schatten-Durchmeſſers hängt alſo von den Entfernungen des Mondes und der Sonne von der Erde, oder was einerlei iſt, von ihren Parallaxen ab. Sind alſo des Schattens Durchmeſſer und zugleich die Parallaxe und Entfernung des Mondes durch Beobachtung bekannt, ſo hat man auch die Parallaxe der Sonne und ihre Entfernung von der Erde. Ptolemäus fand für die Entfernung der Sonne 1210 Erdhalbmeſſer, und für ihre Parallaxe 2′ 51″ a). Sollte dieſe Methode einigermaßen genau ſeyn, ſo müßte des Schattens Durchmeſſer genau beobachtet werden können, dieß iſt aber ſehr ſchwer. Ptolemäus nahm an, daß wenn der Mond am weiteſten von der Erde entfernt ſei, die Breite des Schattenkegels an der Stelle, wo er durch denſelben hindurchgeht, von der Erde aus unter einem Winkel von 1° 21′ 20″ geſehen würde. Zwei und eine halbe Minute weniger in der Größe des Schattendurchmeſſers, würden ihm alſo die wahre Entfernung der Sonne von der Erde gegeben, und etwas weniger noch würde ſie unendlich gemacht haben. Man bemerke hier, daß wenn der Mond nach Ptolemäus Vorausſetzung um 64 Halbmeſſer entfernt war, ſo hatte er nicht mehr gethan als Ari-

a) Erläut. §. 10.

ſtarch, der die Entfernung der Sonne 18 oder 20 mal größer als die Entfernung des Mondes angab. Die Entfernung von 1210 Erdhalbmeſſern liegt innerhalb dieſer Gränzen So mangelhaft dieſe Beſtimmungen der Entfernung der Sonne und ihrer Parallaxe auch ſcheinen, ſo kannte man doch bis auf Dominicus Caſſini keine beſſere.

§. 10.

Ptolemäus verfertigte die von Hipparch zur Beobachtung des Durchmeſſers der Himmelskörper erfundne Dioptra a), allein er bediente ſich nur derſelben, um ſich zu verſichern, daß der Sonnendurchmeſſer, dem Durchmeſſer des Mondes, wenn dieſer am weiteſten von der Erde entfernt iſt, gleich ſei. Dieſe Behauptung gehörte dem Ariſtarch, und man war in dieſer Rückſicht noch nicht weiter gekommen als er. Da aber dieſe Geſtirne bald der Erde näher, bald weiter von ihr entfernt ſind, ſo müſſen ihre Durchmeſſer bald größer, bald kleiner ſcheinen, weil die ſcheinbare Größe eines Gegenſtandes wächſt, wenn ſeine Entfernung abnimmt. Ptolemäus bekümmerte ſich nicht um die Veränderungen des Sonnendurchmeſſers; ſie waren zu klein, als daß er ſie mit ſeinen Inſtrumenten hätte bemerken können. Um die Veränderung des Mondsdurchmeſſers zu beobachten, erfand er die Methode der partiellen Finſterniſſe. Iſt der Mond in der Ekliptik, oder nahe bei dieſem Kreiſe, ſo tritt er in den Erdſchatten ganz hinein. Iſt er aber über oder unter der Ebne dieſes Kreiſes, ſo tritt er nicht ganz in den Schatten, und wird nur zum Theil verfinſtert. Je höher der Mond iſt, eine je größere Breite er hat, deſto weniger wird er verfinſtert. Er bediente ſich zweier Finſterniſſe, viere wo der Mond in der größten Entfernung von der Erde um ein Viertheil ſeines Durchmeſſers in den Schatten getreten war, und einer andern, wo die Hälfte verdunkelt wurde. Er berechnete die Höhe des Mondes über der Ekliptik, oder

a) Oben 3ter Abſchn. §. 21.

die Breiten für die Augenblicke der beiden Finſterniſſe; und vorausgeſetzt, daß der Unterſchied der Breiten dem Unterſchiede der verfinſterten Theile gleich war, ſo hatte er die Größe des Mondsdurchmeſſers. Auf die Art fand er den Durchmeſſer des Mondes in ſeiner größten Entfernung oder den ihm gleichen der Sonne von 31′ 30″; welches beinahe genau iſt. Dadurch, daß er Finſterniſſe wählte, die in verſchiedne Entfernungen des Mondes von der Erde eintraten, bekam er die Veränderungen des Durchmeſſers im Verhältniſſe dieſer Entfernungen.

Ptolemäus, welcher wußte daß die Parallaxen zunehmen, ſo wie die Entfernungen kleiner werden, bemerkte nicht, daß die Durchmeſſer demſelben Verhältniſſe folgten. Er würde daraus geſchloſſen haben, daß die Entfernungen, die aus ſeinem excentriſchen Kreiſe und ſeinem Epicykel folgten, falſch waren. Warum hat er dieß nicht bemerkt? Vielleicht, weil zuweilen dem aufmerkſamſten Spekulator, über die einfachſten Folgen die Augen verſchloſſen ſind. Oder ſollte Ptolemäus abſichtlich nicht von einem Geſetze geredet haben, welches ſeine Hypotheſe zerſtört, und es ihm unmöglich gemacht haben würde, die Erſcheinungen der himmliſchen Bewegungen zu erklären?

§. 11.

Wir können nicht ſagen, wem die erſte Methode, die Finſterniſſe zu berechnen, gehört. So viel iſt gewiß, daß Sulpitius Gallus zu Rom, und Thales in Griechenland dieſe Erſcheinungen vor Hipparch vorhergeſagt hatten. Wir wiſſen auch nicht, ob die im Almageſt angeführte Methode älter iſt als Hipparch und Ptolemäus, oder ob ſie einem von beiden Aſtronomen gehört. Beide haben unſtreitig etwas zu ihrer Vervollkommung beigetragen. Indeß wollen wir beim Leſen der Erklärung dieſer Methoden nicht vergeſſen, wie nützlich ſie geweſen ſind. Wir reden nicht von den Vortheilen, die die menſchliche Ge-

ſellſchaft zur Beobachtung der himmliſchen Bewegungen, welche die Baſis des Kalenders ſind daraus gezogen hat; ſondern wir richten unſern Blick tiefer ins Alterthum. Wir bemerken darin, daß die Finſterniſſe alle Völker mit Schrecken erfüllten; der Fanatismus und unglückliche Weltbegebenheiten machten ſie zur Urſache einer religiöſen Furcht; und da ſogar kultivirte Völker noch dieſen Aberglauben beibehalten, ſo kann man urtheilen, wie weit unſere erſten Vorfahren zurück geweſen ſeyn müſſen. Wir ſind anfangs unwiſſend und furchtſam; erſt die Erfahrung flößt uns Muth ein und klärt uns auf. Die einzige Art aber Menſchen, die durch Naturerſcheinungen in Schrecken geſetzt werden, zu heilen, iſt die, daß man ihnen den Augenblick davon anzeigt, vorzüglich, daß man ihnen dieſe tröſtliche Vorherſagungen wiederholt und ſie ihnen durch die wirkliche Erfüllung beſtätigt. Der Geiſt wird aufgeklärter, ſo wie ſein Zutrauen zunimmt; er findet da Regel und Folge, wo er nur Unordnung und Zerſtöhrung zu bemerken glaubte. Derjenige, der die Kunſt, die Finſterniſſe vorherzuſagen, entdeckte, war alſo der Wohlthäter des Menſchengeſchlechts; er befreiete es vom Aberglauben und der Furcht dem größten der Uebel. Daß die Unwiſſenheit dieſe Erfindung mit ihren Schatten bedeckt hat, iſt ein Beweis von ihrem hohen Alter; der Wohlthäter iſt unbekannt. Der Sand behält keinen dauernden Eindruck; und der Unwiſſenheit, die eben ſo locker iſt als der Sand, bleibt keine Erinnerung weder an überſtandne Uebel noch an erwieſene Wohlthaten. Die Wohlthat ſelbſt aber dauert in der Methode fort, die wir jetzt erklären wollen. Zuerſt werden wir von den Mondfinſterniſſen reden.

Es kömmt 1) darauf an vorher zu wiſſen, ob eine Finſterniß eintritt; 2) die Umſtände davon zu berechnen, nämlich den Anfang, das Ende, die Dauer und die Größe; 3) aus der beobachteten Erſcheinung die Folgen, die man daraus ziehen kann, herzuleiten.

Die zu dieſer Unterſuchung nothwendigen Elemente ſind 1) Die Tabellen der Bewegung der Sonne und

des Mondes, nach welchen man für jeden Augenblick die Entfernung dieſer Geſtirne berechnen kann; denn weil der Mittelpunkt des Schattens immer dem Mittelpunkt der Sonne gegenüberſteht, ſo giebt der um 180° oder um eine halbe Peripherie vermehrte Ort der Sonne den Ort des Mittelpunkts des Schattens, und da der Ort des Mondes berechnet iſt, ſo iſt auch ſeine Entfernung von dieſem Mittelpunkte bekannt; 2) Die Größe des Durchmeſſers beider Geſtirne; 3) die Größe des Schattendurchmeſſers. Wir haben geſehn, daß die alexandriniſchen Aſtronomen die beiden erſten Kenntniſſe beſaßen; und was die dritte betrift, ſo bekömmt man dieſelbe durch die Dauer der totalen Finſterniſſe. Die beobachtete Zeit zeigt den Raum an, den der Mond in dieſem Schatten durchlaufen hat; da aber der Erdſchatten kegelförmig, und der Mond nicht immer gleich weit entfernt iſt, ſo durchläuft er ſelbſt bei totalen Finſterniſſen größere oder kleinere Räume in dieſem Schatten. Man mußte alſo Tafeln einrichten, die nach der Entfernung des Monds die relative Größe des Schattendurchmeſſers gaben; ſie ſtehen in dem Werke des Ptolemäus. Nach Vollendung dieſer Arbeit beſchäftigte er ſich damit, gewiſſe Gränzen zu beſtimmen, innerhalb welcher man mit Gewißheit eine Finſterniß vorausſehen konnte. Bewegte ſich der Mond in der Ekliptik, ſo würde er immer durch den Mittelpunkt des Schattens gehen, und alle Monate verfinſtert werden. Die Neigung ſeiner Bahn verurſacht, daß er am häufigſten über oder unter den Schatten weggeht. Die Finſterniſſe treten nur ein, wenn ſich der Mond in den Punkten wo ſeine Bahn die Ekliptik ſchneidet, oder wenigſtens ſehr nahe bei dieſen Punkten befindet, man nennt dieſe Punkte die Knoten. Wenn der Mond den Rand des Schatten berührt, ſo ſind die Mittelpunkte um die Summe des Mond- und Schattenhalbmeſſers von einander entfernt. Die Entfernung des Mondes von der Ekliptik oder ſeine Breite muß alſo kleiner ſein als dieſe Summe, wenn eine Finſterniß eintreten ſoll. Ptole-

mäus fand, daß dieſe Breite zu 15° 12′ Entfernung des Mondes von ſeinem Knoten gehörte, und er behauptete, wenn der Mond von dieſem Knoten weiter entfernt wäre, ſo könnte keine Finſterniß ſtatt haben. Dieſe Gränze iſt um ſo beſſer beſtimmt, da Ptolemäus die größten Halbmeſſer des Schattens und des Mondes gewählt hat, die beide, wie die Entfernungen dieſes Planeten von der Erde, abwechſeln. Auch würden die Neuern nur an dieſer Beſtimmung zu verändern haben.

Iſt man gewiß, daß eine Finſterniß eintreten wird, ſo beſtimmt man die Umſtände derſelben, indem man für verſchiedne Augenblicke die Entfernung des Mondes von dem Mittelpunkte des Schattens berechnet. Der Augenblick da dieſe Entfernung der Summe der Halbmeſſer des Mondes und des Schattens gleich, ſo iſt der Anfang oder das Ende der Finſterniß. Der Zeitpunkt, wo dieſe Entfernung am kleinſten iſt, iſt der Augenblick der Mitte. Verſchwindet dieſe Entfernung, fließen die Mittelpunkte in einander, ſo iſt es eine centrale und totale Finſterniß. Iſt der Augenblick des Anfangs und Endes beſtimmt, ſo hat man die Dauer: und was die Größe der Finſterniß betrift, ſo ſieht man leicht ein, daß die Nähe der Mittelpunkte anzeigt, ob die Mondſcheibe ganz oder nur zum Theil in den Schatten tritt, welches die Größe der verfinſterten Zolle a), oder die Größe der Finſterniß beſtimmt.

So viel von der Vorherverkündigung der Finſterniſſe. Als aber die Wiſſenſchaft die Menſchen ſicher gemacht, als ſie gezeigt hatte, daß die Dazwiſchenkunft der Geſtirne, welche ihr Licht verſchluckt, eine eben ſo natürliche, eben ſo regelmäßige Erſcheinung ſei, als der Aufgang und Untergang der Sonne, ſo zeigten dieſe

a) Man iſt darin übereingekommen, den Durchmeſſer des Mondes in zwölf Theile zu theilen, die man Zolle nennt; eine Finſterniß alſo von ſieben Zollen iſt eine ſolche, wo der Mond bis zu ſieben Zwölftheil ſeines Durchmeſſers in den Schatten tritt.

Ankündigungen Beobachtungen an. Dieſe Beobachtungen gaben Mittel an die Hand, die Wiſſenſchaft ſelbſt zu vervollkommnen; ſie zog daraus Vortheile für den Gebrauch der aufgeklärten Menſchenklaſſe. War die beobachtete Finſterniß zentral, ſo konnte man aus der Zeit ihrer Dauer die Größe des Schattendurchmeſſers kennen lernen; war ſie partiel, ſo diente die Anzahl der verfinſterten Zolle, wie wir geſehen haben, zur Beſtimmung des Mondsdurchmeſſers. Ueberhaupt hatte man, wenn man den Ort der Sonne für den Augenblick der Mitte der Finſterniß berechnete, den entgegengeſetzten Ort des Mondes, und die Beobachtungen die dazu gedient hatten, die Tabellen einzurichten, dienten auch dazu, ſie zu berichtigen. Endlich gaben auch die Augenblicke des Anfangs und Endes der an einem Orte beobachteten Finſterniß, verglichen mit den Beobachtungen an einem andern Orte nach der von Hipparch erfundnen Methode durch den Unterſchied der Zeiten, in welchen dieſe Arten von Signale bemerkt wurden, den Unterſchied der Länge dieſer Oerter. Dieß iſt der Nutzen der Mondfinſterniſſe.

§. 12.

Die Sonnenfinſterniſſe würden ungefähr eben ſo berechnet werden wie die Mondfinſterniſſe, wenn es keine Parallaxe gäbe. Der Sonnendurchmeſſer würde hier eben das ſein, was dort der Durchmeſſer des Schattens iſt, und die Entfernung des Mittelpunkts der Sonne und des Mondes würde alle Umſtände ihrer Finſterniſſe beſtimmen. Allein die Parallaxe, die immer ziemlich groß, immer verſchieden, und ſelbſt während der Finſterniß veränderlich iſt, verwirrt durch dieſe Unbeſtändigkeit alles, und macht, daß die Sonnenfinſterniſſe weit ſchwerer vorauszuſehen und zu berechnen ſind. Man merkt ſogleich, daß hier ähnliche Gränzen, wie die, in welche Ptolemäus die Mondfinſterniſſen einſchloß, aber größere ſeyn müſſen. Iſt der Mond über der Ekliptik und höher als die Sonne, ſo bringt

ihn ſeine Parallaxe, die ihn gegen den Horizont hinunter ſenkt, dieſem Geſtirn näher, und in dieſem Falle vermehrt ſie die Anzahl der Finſterniſſe, befindet er ſich aber unter der Ekliptik und niedriger als die Sonne, ſo entfernt ihn ſeine Parallaxe davon und macht folglich die Finſterniſſe ſeltner.

Was war alſo zu thun, um die Sonnenfinſterniſſe ungeachtet der verwickelten Wirkungen der Parallaxe zu berechnen? Man mußte den wahren Zuſtand der Dinge in ihren ſcheinbaren verwandeln, und mit dieſem Scheine ſo verfahren, als wenn er Wahrheit wäre. So machten es die Alten; ſo machen wir es noch jetzt, indem wir die Methode befolgen, die uns Ptolemäus vorgezeichnet hat. War er überzeugt daß eine Finſterniß eintreten würde, ſo berechnete er die Oerter des Mittelpunktes des Mondes für verſchiedne auf einander folgende Augenblicke. Auf dieſe Lagen des Mondes wandte er die Wirkung der Parallaxe an, die in dieſen verſchiednen Augenblicken verſchieden iſt. Auf die Art bekam er die ſcheinbaren Entfernungen des Mittelpunktes des Mondes von dem Sonnenmittelpunkte; daraus leitet er nun nach einer ähnlichen Methode, wie die beſchriebne, alle Umſtände des Durchgangs des Mondes vor der Sonne und der daraus entſpringenden Finſterniß ab.

§. 13.

Was den Nutzen betrifft, den man aus dieſen Finſterniſſen ziehen kann, ſo hatten die Alten gar keinen davon, entweder weil ſie ihn nicht bemerkten, oder vielmehr weil ſie durch die Schwierigkeit zu weit davon entfernt waren. Wenn ſie dieſe Finſterniſſe beobachteten und ſie ankündigten, ſo geſchah es bloß um zu zeigen, daß ſie die Geſetze der Natur kannten, und ihre Erſcheinungen vorher zu ſagen wüßten; vielleicht auch in der Abſicht den gemeinen Mann, zu dem das Licht der Wahrheit nur langſam herunterſteigt, und bei dem der Aberglaube gleich ſumpſigen Gewäſſern an niedrigen Gegenden ſtill ſtehr, zu beruhigen.

Im Ganzen hatte die Voraussagung der Finſterniſſe, für die Aſtronomen eine Art von Vortheil; ſie konnten nämlich die Ungläubigen dadurch überzeugen. Es giebt Vorherverkündigungen in den Wiſſenſchaften, und beſonders in der Aſtronomie, deren Erfüllung die ſtolze Mittelmäßigkeit in Erſtaunen ſetzt, und kränkt. Der Menſch befindet ſich wohl in ſeiner Trägheit, wenn er auch über ſeine Unwiſſenheit erröthet, und er waffnet ſich mit dem Zweifel, der ihn in der Trägheit erhält und ihn wegen der Unwiſſenheit entſchuldigt. In den noch wenig aufgeklärten Jahrhunderten mußten die alten Aſtronomen zum Gegenſtande des Spottes, dieſer durch den Neid belebten Unwiſſenheit dienen. Die Geſtirne meſſen, ihre Entfernungen beſtimmen, den Ort, den ſie einnehmen ſollen, anzeigen, ſchienen denen, die nur nach ihren eingeſchränkten Ideen und ihren kleinen Mitteln urtheilten, chimäriſche Anmaßungen und leere Verſprechungen zu ſeyn. Die Finſterniſſe entſprachen allen; die beiden großen Himmelslichter berührten ſich in dem angekündigten Augenblicke, verbreiteten Finſterniß über die Erde, und erfüllte die Unwiſſenheit, welche zu ſtolz war die Aſtronomen zu rechtfertigen, mit Schrecken. In unſern aufgeklärten Zeiten giebt es wenig Ungläubige dieſer Art, oder wenigſtens werden ſie, zu der ungebildeten Menſchenklaſſe gezählt. Allein Menſchen, welche ſich mit Arbeiten, die für die Societät unmittelbar nützlich ſind, beſchäftigen, die ſich gewiſſen Arten von Kenntniſſen gewidmet haben, können mit unſern Fortſchritten in einer andern Wiſſenſchaft unbekannt ſeyn. Der Zweck dieſer Geſchichte iſt, ſie mit ihrem Jahrhundert fortrücken zu laſſen, die Wahrheiten der Aſtronomie zu verbreiten, und beſonders die Beſtätigung derſelben dadurch glaublich zu machen, daß wir den glücklichen Erfolg ihrer Bemühungen und die Natur ihrer Mittel zeigen.

§. 14.

Ptolemäus hatte den Ruhm, Elemente bemerkt zu haben, deren Feinheit der Genauigkeit der

Beobachtungen ſeiner Zeit entgieng. Zu dieſen gehört z. B. das bei den Aſtronomen unter dem Namen der Reduktion auf die Ekliptik a) bekannte Element. Das Geſicht und die Erfahrungen konnten es nicht lehren. Das Auge des Geiſtes hat allein dieſe Entdeckung gemacht; ſie iſt die Frucht des Scharfſinns. Er unterſucht ſorgfältig die Umſtände der Folge der Finſterniſſe und ihre Zahl in einer beſtimmten Zeit. Man ſieht, daß er die Wiſſenſchaft vollſtändig genug überſah, um zu verſuchen, alle Wahrheiten, die von bekannten Elementen abhingen, zu entdecken. Die Epoche dieſes kombinatoriſchen Geiſtes iſt es, welcher der Menſch ſo viele erhabne Kenntniſſe verdankt. Einzeln und von einander abgeſondert, wären ſie unfruchtbar geblieben; durch ihre Zuſammenſtellung, und ſo zu ſagen durch ihre Verbündung, hat man eine Menge neuer Wahrheiten hervorgehen ſehen. Dieſer kombinatoriſche Geiſt ſcheint der Geometrie zu gehören, welcher nichts als Verhältniſſe betrachtet. Die Wiſſenſchaften haben den Menſchen entwickelt und durch ſie beherrſcht er das Univerſum. Die Geometrie giebt dem Geiſte Richtigkeit, und die Aſtronomie erweitert ſeine Ideen.

§. 15.

Ptolemäus geht darauf zu den Planeten, und das erſte was er zu beſtimmen ſuchte, war die Ordnung der Entfernungen. Ein merkwürdiger Kontraſt, daß der unwiſſende Menſch anfangs unter einem feſten Gewölbe, an welchen glänzende Punkte und Lichter zu ſeiner Erleuchtung angeheftet ſind, eingeſchloſſen zu ſeyn glaubt; und daß derſelbe Menſch durch die Entwickelung ſeiner Organe vervollkommnet, es wagt, die Planeten von einander zu entfernen, die Gränzen ihres Gebiets zu beſtimmen, und durch die Vernunft die Ordnung und Einrichtung des Univerſums zu beſtimmen. Nach Ptolemäus iſt Saturn der entfernteſte von den Pla-

a) Erläut. 4tes B. §. 13.

neten, darauf folgt Jupiter, Mars, die Sonne, Venus, Merkur und der Mond, und alle drehen ſich um die Erde. Dieß nennt man das ptolemäiſche Syſtem; ein Syſtem, welches jedoch ſchon vor ihm exiſtirte und das Syſtem der Chaldäer war a). Er geſteht dieß ſelbſt. Dieß iſt, ſagt er b), die Meinung der alten Aſtronomen über den Ort, den Merkur und Venus im Univerſum einnehmen. Einige Neuere ſeiner Zeit, wollten dieſe Planeten über die Sonne ſetzen; ſie führten zum Grunde an, wenn ſie unter ihr wären, ſo würde die Sonne zuweilen davon verfinſtert werden. Ptolemäus verwirft dieſen Grund, weil die Linie, welche die Mittelpunkte der Sonne und des Planeten verbindet durch die Erde gehen müßte, wie dieß in den meiſten Sonnen- und Mondkonjunktionen der Fall iſt. In allen Neumonden geht dieſer Planet vor der Sonne vorbei, und es findet immer für einige Punkte des Raums eine Finſterniß ſtatt, die nur deswegen auf der Erde nicht ſichtbar iſt, weil die Erde nicht in derſelben Richtung liegt. Ptolemäus würde beſſer geantwortet haben, wenn er geſagt hätte, daß dieſe Finſterniſſe wegen der Kleinheit des dunkeln Planeten, der auf der Lichtſcheibe verſchwindet, nicht ſichtbar wäre.

§. 16.

Da die Alten dieſe Planeten um die Erde ſich bewegen laſſen wollten, ſo mußten ſie wegen der Beſtimmung ihres Orts in Beziehung auf die Sonne ſehr verlegen ſeyn: man kann ſogar ſagen, daß die Wahl deſſelben gleichgültig war. Diejenigen, welche ſie über die Sonne ſetzten, hatten eben ſo viel für und wieder ſich, als die, welche ſie darunter ſetzten. Ptolemäus bemerkt, daß man nicht beſtimmt darüber entſcheiden könne, weil ſie keine Parallaxe hätten. Endlich ſtimmt Ptolemäus, zwiſchen der Meinung der Aegypter und alten Aſtronomen oder der Chaldäer getheilt, für die

a) Aelt. Sternk. 1 B. S. 282.
b) Almag. Lib. IX, c. 1.

letztere und ſetzt Venus und Merkur unter die Sonne, weil man, ſagt er, ſie niemals dieſem Geſtirne gegenüber ſieht, und es natürlich iſt, daß ſich die Sonne in der Mitte zwiſchen dieſen Planeten, die ſie zu begleiten ſcheinen und denen, die ſich von ihr bis 180° entfernen, befindet. Er hätte ſich eben ſo gut durchs Loos beſtimmen laſſen können, als durch dieſe lächerliche Urſache, nach welcher er überdieß den Mond über die Sonne ſetzen mußte. So räſonnirten die alten Griechen, und die Aſtronomie, die von ihnen wieder hergeſtellt und kultivirt wurde, verdankt ihnen dieſe Irrthümer. Pythagoras ſetzte die Sonne in den Mittelpunkt der Welt, weil das Feuer, als die würdigſte Subſtanz, den erſten Platz einnehmen müßte. Dieſe verborgnen Urſachen, dieſe ſchwankenden Gründe herrſchten lange Zeit über den menſchlichen Geiſt; ſie behaupteten die Stelle der Thatſachen, und kämpften lange gegen ſie, um ihre uſurpirte Herrſchaft zu erhalten.

§. 17.

Es kam darauf an, die beiden Umläufe und Ungleichheiten der Planeten ſowohl in Beziehung auf die Sonne als auf den Thierkreis zu erklären. Hipparch ſah, der Erzählung des Ptolemäus zufolge ein, daß es, nachdem die Aſtronomie durch ihn ſo große Fortſchritte gethan hatte, nicht rathſam ſei, ſich auf eine ſo gefährliche Laufbahn zu wagen, die er nicht mit Ruhm würde verlaſſen können. Alles dieß iſt indeß nichts weiter als Prahlerei von Ptolemäus, ungeachtet er dieſem Vorwurfe zuvor zu kommen ſucht a); er ſucht bloß das Verdienſt ſeiner Hypotheſen dadurch zu heben. Ptolemäus Worte beweiſen nur, daß dieſe Hypotheſen ihm gehören; er würde ſie ſich nicht zuzueignen gewagt haben, weil damals Hipparchs Werke noch exiſtirten. Offenbar zerſchnitt er den Knoten der Schwierigkeit, indem er einen Epicykel und einen excentriſchen Kreis mit einander vereinigte, und hier

a) Haec diximus non oſtentationis cauſa, etc.

denſelben Mechanismus anwandte, deſſen er ſich zur Erklärung der beiden Mondsgleichungen bediente.

§. 18.

Alle ſeine Erklärungen von der Bewegung der Planeten gründen ſich auf dieſe Erfindung. Er fängt mit der Theorie des Merkurs und der Venus an. Wir glauben den Grund davon zu bemerken. Er war für die Unbeweglichkeit der Erde Eingenommen und glaubte daß ihre zur Bewegung ungeſchickte Maße der Mittelpunkt alles Beweglichen ſeyn müßte. Die Erſcheinungen der drei obern Planeten, des Saturns, Jupiters und Mars entſprechen dieſer Vorausſetzung ziemlich genau; denn man ſieht jeden von ihnen in der Zeit, die ihm zugeſchrieben wird, ſeinen Lauf um die Erde vollenden. So verhält es ſich nicht mit der Venus und dem Merkur. Dieſe Planeten werden oft in den Stralen der Sonne, verſteckt; ſie begleiten ſie beſtändig, wie ihre Familie. Merkur, der kleinſte und ſchwächſte entfernt ſich am wenigſten. Venus durch einen größern Glanz ausgezeichnet, wagt ſich ſchon weiter weg, allein beide bewegen ſich abwechſelnd von einer Seite derſelben zur andern, folgen ihr beſtändig in ihrem Laufe, und vollenden nur mit ihr den Weg um die Erde. Es war offenbar, daß ſich dieſe Körper um die Sonne drehten, allein der ſyſtematiſche Geiſt iſt immer dem Beobachtungsgeiſt ſehr nachtheilig, und dieſe Erſcheinungen, bloß als Erſcheinungen genommen, mußten dem Ptolemäus ungemein viel Schwierigkeit machen. Er verzweifelte an der Möglichkeit ſie zu dem gewählten Syſteme zurück zu führen, und doch hing davon der glückliche Erfolg ſeiner Unternehmung und die Aufführung ſeines Gebäudes ab; er fieng mit dem ſchwerſten an.

Man kann dieſe Planeten nicht anders ſehen, als wenn ſie ſich von der Sonne entfernen. Dieſe Digreſſionen, und beſonders die größten ſind mit Nutzen zu beobachten. Nach Ptolemäus wurden ſie durch die Bewegung in dem Epicykel hervorgebracht. Er ſetzte

ihre Beobachtung beſtändig fort, und bemerkte, daß die größten von dieſen Entfernungen nicht immer gleich waren, welches er der Bewegung in dem excentriſchen Kreiſe zuſchrieb. Ptolemäus bediente ſich hier derſelben Hülfsmittel, wie in der Mondstheorie, eines Epicykels und eines excentriſchen Kreiſes, deſſen Mittelpunkt ſich in einem kleinen Kreiſe bewegte. Er hatte zweierlei zu erklären, einmal die wirkliche Bewegung des Merkurs und der Venus: dieß that er durch den Epicykel; und dann die Bewegung der Erde, welche er auf dieſe Planeten übertrug; dieß war die Bewegung in dem excentriſchen Kreiſe.

Bei den obern Planeten, Saturn, Jupiter und Mars geſchieht die auf dieſen Planeten übertragne Bewegung der Erde, in dem Epicykel und ihre wirkliche Bewegung in dem excentriſchen Kreiſe. Allein dieß iſt immer daſſelbe Prinzip; er veränderte nur die Methode zu beobachten. Er konnte die doppelten Beobachtungen ihrer Digreſſionen nicht nehmen, denn da ſie ſich bis 130 Grade von der Sonne entfernen, ſo giebt es nur eine große Entfernung, nämlich in der Oppoſition. Er blieb bei dieſer Art von Beobachtung ſtehen, und dieß iſt das erſte mal, daß in der Geſchichte der Aſtronomie davon die Rede iſt. Dieſe Wahl verräth Geſchicklichkeit. Er zog ſie deswegen vor, weil ſie Lagen geben, worauf nur eine einzige Ungleichheit Einfluß hat, nämlich die, welche in dem Thierkreiſe ſtatt findet, und dem Planeten gehört. Dieß verhält ſich wirklich ſo. Befindet ſich die Sonne dem Planeten gegen über, ſo daß die Erde zwiſchen beiden in derſelben graden Linie liegt, ſo verwirren ſich die Wirkungen der Bewegung der Erde nicht mit den Wirkungen, die von der Bewegung des Planeten herrühren, und er wird ſo wohl von der Erde als von der Sonne aus, an demſelben Ort geſehen. Man zieht daher noch jetzt dieſe Beobachtungen allen andern vor. Ptolemäus bemerkte ſehr gut, wie wir, daß drei von dieſem Beobachtungen hinreichend

waren, alle Umſtände des Laufs des Planeten zu entdecken, und er löſete dieſe Aufgabe durch die Geometrie ſeiner Zeit auf. Das ſo eben geſagte, wird, wie wir glauben, hinreichen eine Vorſtellung von dem Mechanismus des Ptolemäus in der Erklärung dieſer himmliſchen Bewegungen zu geben. In den Erläuterungen werden wir umſtändlicher davon handeln.

§. 19.

Ptolemäus beſtimmt alſo die Dimenſionen der Planetenbahnen, oder die Verhältniſſe der Größe zwiſchen verſchiednen Kreiſen, woraus ihre ſcheinbare Bewegung zuſammengeſetzt iſt. Allein dieß ſind nur die Verhältniſſe zwiſchen den Kreiſen, die zu einem und demſelben Planeten gehören. Ptolemäus konnte ſie nicht von einer Bahn und von einem Planeten auf den andern ausdehnen. Er wußte nicht, wie viel mal eine von dieſen Bahnen größer oder kleiner ſei als die andre. Er hatte kein andres Mittel, die Bahn der Planeten zu beſtimmen als ihre Umlaufszeiten. Er glaubte, daß eine längere Zeit einen größern Weg und einen größern Umfang vorausſetzte. Saturn endigt ſeinen Lauf in dreißig Jahren, und Jupiter in zwölf; Jupiter war alſo näher, aber um wie viel? — Soweit reichten die Kenntniſſe des Ptolemäus nicht. Das gemeinſchaftliche Maß fehlte ihm. Alle unſere Kenntniſſe ſind aneinandergekettete Verhältniſſe. Die Alten verglichen den Durchmeſſer der Erde mit dem Kubitus, oder mit der Länge des Vorderarms; mit dieſem Durchmeſſer der Erde maßen ſie ferner die Entfernung des Mondes, und mit dieſer endlich die Entfernung der Sonne. Denſelben Gang hätte man verfolgen, und die Entfernung der Planeten mit der Entfernung der Sonne vergleichen müſſen. Ptolemäus vermogte dieſen Uebergang nicht zu machen. Die nöthigen Methoden erwarteten den Kopernikus. Man kann nur durch die Bewegung der Erde dazu gelangen; allein der Menſch hielt ſich damals für zu groß, für zu wichtig,

um die Erde mit den übrigen Weltkörpern, in dem Raume herum irren zu laſſen. Wer durch ſeine Würde zu einer ſitzenden Lebensart beſtimmt iſt, wird nie weder die Menſchen noch die Dinge auſſer ſich kennen lernen. Wie würden wir eine Vorſtellung der Größe der Welt haben, wenn wir auf einer unbeweglichen Erde ruhig an demſelben Orte blieben? Kehren wir aber in die urſprüngliche Gleichheit zurück, ſo können wir aus dem Lauf der Erde, den Lauf der Planeten beurtheilen; können nach den Räumen, welche ſie durchläuft, andere Räume ſchätzen, und aufs neue die Kenntniſſe aneinanketten. Ptolemäus hat gleich einem Künſtler, der eine Menge Räder untereinander verbindet, wovon er weder die Verhältniſſe, noch den Gebrauch kennt, die Welt nur aus abgeriſſenen Stücken zuſammengeſetzt. Die falſche Vorausſetzung der Unbeweglichkeit der Erde hemmte alle Fortſchritte, und der menſchliche Verſtand hat von Ariſtarch bis auf Kopernikus in dieſer Rückſicht nicht einen Schritt gethan.

§. 20.

Nachdem wir nun die Bewegung um die Erde in Beziehung auf die Ekliptik betrachtet haben, wollen wir jetzt zur Bewegung in die Breite gehen. die Alten hatten bemerkt, daß die Planeten einen etwas gegen die Ekliptik geneigten Weg verfolgten. Sie entfernten ſich mehr oder weniger von dieſem Kreiſe, indem ſie ſich in ihrer eignen Bahn fortbewegten. Dieſe Veränderungen ſind das, was die Alten, Bewegung in die Breite nannten; allein die Erſcheinungen waren bei der Vorausſetzung, daß dieſe Planeten ſich um die Erde bewegten, ſehr ſchwer zu erklären. Die Ebne der Planetenbahn iſt nämlich gegen die Ekliptik geneigt, und ihre Breite verändert ſich nach dem Verhältniſſe ihrer Entfernung vom Knoten, Dieß iſt nicht alles. Da die Erde durch ihre Bewegung ſich bald mehr bald weniger von dieſen Planeten entfernt, ſo folgt daraus, daß ihre Breite ſich uns unter einem größern oder klei-

nern Winkel zeigt. Ptolemäus bemerkte dieſe verſchiedenen Veränderungen in den Breiten, und da er zwei Kreiſe erfunden hatte, die beiden ſcheinbaren Bewegungen der Planeten vorzuſtellen, ſo kam er auf die Idee ihren Bahnen zwei verſchiedene Neigungen zu geben, um dadurch die beiden Veränderungen zu erklären. Er neigte den excentriſchen Kreis gegen die Bahn der Ekliptik; dieß iſt die Neigung, welche die Aſtronomen nach ihm Deviation genannt haben; darauf neigte er die Ebne des Epicykels gegen die Ebne des excentriſchen Kreiſes ſelbſt, und dieß hat man Inklination genannt. Dieſe vermehrte oder verminderte jene, nachdem es zur Erklärung der Veränderungen nöthig war.

§. 21.

Es würde immer ſchon viel Scharfſinn verrathen haben, die Erklärung der Erſcheinungen bis auf dieſen Grad von Einfachheit zu bringen, wenn ſie nur den Erſcheinungen entſpräche. Die beiden Neigungen erklärten noch nicht alles. Ptolemäus ſah ſich zuweilen genöthigt, die Neigung des Epicykels gegen den excentriſchen Kreis durch eine oscillirende Bewegung veränderlich zu machen. Dieſe Idee war ſinnreich, aber ſie hatte wenig Wahrſcheinlichkeit für ſich. Sieht man ſich genöthigt, um die Naturerſcheinungen zu erklären die Hülfsmittel zu vervielfältigen, ſo kann man gewiß ſeyn, daß man ſich von der Wahrheit entfernt und in ſeinen Erklärungen nicht glücklich iſt. Eine Hypotheſe iſt nur dann gut, wenn ſie wie die Natur einfach iſt und viel mit wenigen ausrichtet.

Uebrigens ſah Ptolemäus die Verwickelung und die Fehler dieſes Syſtems ſelbſt ein. Er glaubt, daß es ſchwer ſei, dieſe großen Phänomene durch gemeine und anſchauliche Gründe zu erklären, und auf dieſe göttlichen Körper das anzuwenden, was wir von den irrdiſchen Bewegungen wiſſen. "Was iſt", ſagt er, "mehr von den himmliſchen Gegenſtänden verſchie„den, von den Gegenſtänden, die immer in demſelben

„Zuſtande bleiben, als irrdiſche Dinge, welche in einem „beſtändigen Wechſel ſind, und durch das geringſte Hin„derniß in Ordnung gebracht werden. Man muß alſo „verſuchen die Bewegungen der Geſtirne durch die einfach„ſten, und wenn dieſe nicht zureichen, durch mögliche „Vorausſetzungen zu erklären; denn wenn die Hypotheſe „von jeder Erſcheinung den Grund angiebt, warum ſollte „die Verwickelung welche ſie vorausſetzt, in der Natur „nicht ſtatt finden? Müſſen wir alles dieß nach den „Begriffen urtheilen, die wir von der Einfachheit ha„ben? Haben ſelbſt die Menſchen eine genaue und be„ſtimmte Vorſtellung davon, da das, was für den ei„nen einfach iſt, es für den andern nicht iſt?" Dieß Raiſonnement iſt, das Vorurtheil von der Göttlichkeit der Geſtirne abgerechnet, ſehr philoſophiſch. In einer ſo neuen Materie als damals die Theorie von der Bewegung der Planeten war, würden wir uns in unſern Zeiten eben ſo gut irren können, wie Ptolemäus und vielleicht ohne, wie er, es gewahr zu werden. Man hatte ohne Zweifel dem Ptolemäus eben das vorgeworfen, weswegen nach der Zeit Newton getadelt wurde, daß ſeine Hypotheſe der Natur nicht angemeſſen ſei, und der ägyptiſche Aſtronom antwortete damals wie der engliſche Geometer; ſeid ihr mit der Natur ſo bekannt, um neue Geſetze auszuſchlieſſen? Allein eine Prüfung von mehreren Jahrhunderten, die ſorgfältigen Beobachtungen, welche der Probierſtein der Syſteme ſind, weil ſie ſich der Wahrheit mehr nähern, haben das Syſtem des Ptolemäus zerſtört, und die Entdeckungen Newtons beſtätigt.

§. 22.

Das Stillſchweigen des Ptolemäus über die wahre, von den Aegyptern entdeckte Bewegung der Venus und des Merkurs um die Erde, iſt wie wir ſchon erinnert haben a), ſehr merkwürdig. Cicero und

a) Geſch. der Sternk. des Alterth. p. 171 et 413 1 B. p. 208 u. 2ter B. p. 227.

Vitruv haben länger als ein Jahrhundert vor Ptolemäus davon geredet; Makrobius und Martianus Capella, die nach ihm kamen, haben ihrer ebenfalls erwähnt a), und wir vermuthen ſogar, daß Soſigenes, deſſen Werke Ptolemäus gekannt haben kann, das ägyptiſche Syſtem angenommen, und die Kenntniß davon nach Rom gebracht hatte. Man könnte den Einwurf machen, die Quelle, woraus Soſigenes in Aegypten ſchöpfte, mußte ja dem Ptolemäus eben ſo gut offen ſtehn, warum hat er denn nicht dieſe ſinnreiche und wahre Erklärung von den Erſcheinungen der Venus und des Merkurs angenommen? Warum hat er wenigſtens nicht in ſeinem Buche ihrer erwähnt? — Allein wenn man bedenkt, daß das Kollegium der ägyptiſchen Prieſter die Wiſſenſchaft und vorzüglich die aſtronomiſche Kenntniſſe in ein geheimnißvolles Dunkel zu hüllen pflegte, und überdieß die Stiftung der alexandriniſchen Schule für die Mitglieder beider königlichen Anſtalten, ſowohl für die Prieſter, die nicht mehr, wie ſonſt, geſchätzt wurden, als auch für die griechiſchen Aſtronomen, welche anfingen, ſich in Anſehung zu ſetzen eine Quelle der Eiferſucht werden mußte b), welche durch die Fortſchritte, die die Aſtronomie unter den Händen der letztern machte, und ihnen ein entſchiedenes Uebergewicht gab, noch immer vermehrt wurde, ſo begreift man leicht, daß das Kollegium der Prieſter nicht ſehr geneigt wird geweſen ſeyn, dem Hipparch und Ptolemäus die Schätze mitzutheilen, welche man in den Labyrinthen und in den berühmten Syringen, deren Säulen und Steine mit aſtronomiſchen Kenntniſſen belaſtet waren, verſchloſſen hatte. Ueberdieß war auch durch die Nachläſſigkeit der Prieſter und durch die Unwiſſenheit, worein ſie zu Strabos

a) Cicero, Somn. Scip.
Vitruuii Archit. Lib. IX, c. 4.
Macrob. Comment. in Somn. Scip. L. I. c. 19.
Martianus Capella, de Nupt. philol. et Merc L. VIII.

b) Geſch. der ält. Sternk. 1 B. 6 Abſchn. §. 20.

Zeit verſunken waren, die Kenntniß der hieroglyphiſchen Sprache verloren gegangen, und Hipparch, Ptolemäus und die Prieſter ſelbſt würden vielleicht ſehr verlegen geweſen ſeyn, die Charaktere davon zu entziffern. Es iſt daher ſehr möglich, daß dieſe ägyptiſche Entdeckung durch die Philoſophen, die nach Aegypten reiſeten, bekannt gemacht oder vielmehr durch den Soſigenes nach Rom gebracht worden iſt; und daß Hipparch und Ptolemäus da die Beobachtungen, worauf ſich dieſe Entdeckungen gründete, den griechiſchen Aſtronomen unzugänglich oder unverſtändlich geworden waren, die von dieſer Stütze entblößte Meinung als einen Volksirrthum anſahen; eine Meinung, die Ptolemäus um ſo lieber verwarf, da ſie ſeine Hypotheſen zerſtörte oder ihnen wenigſtens die Einförmigkeit und Allgemeinheit der Erklärung, die doch das Verdienſt eines Syſtems ausmacht, raubte. Wenn Ptolemäus die Erklärung kannte, welche die alten Aegypter von der Bewegung der Venus und des Merkurs gaben, woran doch nicht zu zweifeln iſt, und dennoch ihre Einfachheit und Richtigkeit nicht fühlte, ſo kam dieß ſicher daher, weil gleichſam eine Art von Inſtinkt ihm ſagte, daß ſich die Planeten nach allgemeinen Geſetzen bewegen und ihre Theorien einförmig ſein müßten. Er ſah ein, daß dieſe Planeten ſich alle um denſelben Mittelpunkt drehen müßten; und da er ſich nicht denken konnte, daß die drei obern ſich um die Sonne drehten, ſo glaubte er, daß die beiden andern ſich nach dieſem Geſetze der Einförmigkeit ebenfalls um um die Erde bewegten. Ueberdieß glaubte er nicht, daß ein Mittelpunkt der Bewegung ſein könnte, und er würde es für ungereimt gehalten haben, die Planeten ſich um die Sonne bewegen zu laſſen, die er wie die übrigen in Bewegung ſetzte. Da er einmal dieſe Meinung ſo verführeriſch ſie auch war, verwarf, ſo konnte er ihre Einfachheit den Hypotheſen, deren Verwickelung er entſchuldigte, nicht entgegenſtellen. Je mehr er von ſeinen Hypotheſen eingenommen wurde, deſto weniger

wird er in ſeinem Werke davon haben reden wollen aus Furcht ſeinen Leſern Mißtrauen einzuflößen, oder ſie wenigſtens ungewiß zu machen. Dieß ſind die wahrſcheinlichen Beweggründe ſeines Schweigens.

§. 23.

Ptolemäus beſtätigte die Entdeckung, die Hipparch von der Bewegung der Sterne in der Länge oder vielmehr von dem Rückwärtsgehen der Aequinoktialpunkte gemacht hatte. Er ſcheint es geweſen zu ſeyn, der dieſe Bewegung auf einen Grad in hundert Jahren geſchätzt hat. Er machte einige Veränderungen mit den 49 Konſtellationen, und reduzirte ſie auf 48. Er redet von dem Haupthaare der Berenice aber ohne ein beſonderes Sternbild daraus zu machen. Merkwürdiger iſt die Uebergehung des Antinous, Hadrians Liebling, dem dieſer Kaiſer göttliche Ehre erweiſen ließ. Dieſe Verehrung war ſchändlich: jede Schmeichelei ſelbſt in Rückſicht auf eine thörichte und verderbte Leidenſchaft iſt klein und niederträchtig. Es iſt abſcheulich, daß man die Idee gehabt hat, das Andenken dieſer unwürdigen Liebe unter die Sterne an den Himmel zu verſetzen. Allein wenn je die Menſchen und vorzüglich große Männer, die ſolcher Niederträchtigkeiten unfähig ſeyn ſollten, deswegen entſchuldigt werden können, ſo war es zu den Lebzeiten des Hadrians. Antinous iſt alſo gewiß in dieſer Epoche an den Himmel geſetzt worden, wo ihn die Neuern erhalten haben. Dieß iſt die Zeit, in welcher Ptolemäus lebte; indeß hat er ihn doch, wie das Haupthaar der Berenice zu keinem beſondern Sternbilde gemacht; er ſagt bloß: Sterne um den Adler, welche zu keinem Sternbilde gehören, unter welchen Antinous iſt. Wer anders als Ptolemäus hat den Namen Antinous an den Himmel ſchreiben können? Allein wenn es eine Schmeichelei von ihm war, warum hat er nicht wirklch ein Sternbild daraus gemacht? Warum redet er im Vorbeigehen davon? Sollte dieſer große Mann, da Hadrian ein Jahr früher ſtarb, ehe er ſein Verzeichniß

machte, beſchämt über das, was er gethan hatte, es nicht gewagt haben, weder auf einmal ſeine Schmeichelei durch Stillſchweigen auszulöſchen, noch ſie durch Benennung eines Sternbildes bei der Nachwelt zu verewigen? Seine Ausdrücke ſcheinen zu ſagen, das iſt der Ort des Himmels, den ich ſo niederträchtig war, dem Antinous zu weihen.

§. 24.

Ptolemäus kannte die Strahlenbrechung ſehr gut, und wir haben davon ſichere Zeugniſſe, ob er gleich ihrer im Almageſt nicht erwähnt. Er hat ein Werk über die Optik geſchrieben, das nicht auf uns gekommen iſt, worin er die Wirkungen dieſer Erſcheinung beſchreibt. Der Araber Alhazen führt dieß Werk an, das zu ſeiner Zeit noch exiſtirte a). Wir müſſen bei dieſer Gelegenheit ein Wort von der Refraktion ſagen. Ungeachtet das Licht unendlich fein iſt, ungeachtet es allen unſern Sinnen, den Sinn des Geſichts ausgenommen, entgeht, ſo iſt es doch ein Körper, durch deſſen Gegenwart uns alle übrigen Körper ſichtbar werden. Es wird von ihnen zurückgeworfen um durch eine ſanfte Berührung unſers Organs ihr Daſeyn zu verkündigen. Es ſchmückt ſie mit Farben die es verſteckt. Es zertheilt ſich ſelbſt, und bringt dadurch die verſchiednen Nüancen hervor, vermannigfaltigt die Geſtalt der Erde und macht ſie lebhaft und heiter. Ohne das Licht würde der Menſch ſeine Bedürfniſſe, nur mit Mühe befriedigen, und mitten unter den Gefahren, die er nicht vorher ſehen konnte, traurig und melancholiſch, wie die Natur, ſeyn. Er würde nur in dem engen Bezirke ſeiner übrigen Sinne exiſtiren, und mitten unter den lebenden Weſen faſt einſam ſeyn. Allein dieß Geſchenk des Lichts, ſetzt uns, indem es, was das Auge uns ſehen läßt, verſchönert, beſtändig Irrthümern aus. Das Licht und das Geſicht täuſchen uns, wie alles was uns glücklich

a) Unten Erläut. §. 30.

macht. Das Licht wirkt durch einen Stoß, und der erſchütterte Stern führt den Eindruck des Gegenſtandes zur Seele. Da aber der Menſch nur vermittelſt eines Zwiſchenkörpers auf einen entfernten Körper wirkt, ſo ſtellt er ſich jedesmal, wenn er die Empfindung eines entfernten Gegenſtandes hat, einen langen unmerklich dicken Körper vor, oder er denkt ſich eine Reihe von kleinen, in grader Linie nebeneinander liegenden Körperchen, die den Gegenſtand mit dem Organe verknüpfen. So iſt die Vorſtellung beſchaffen, die wir vom Lichtſtrahle haben, vermittelſt deſſen wir ſehen, und den wir den Geſichtsſtrahl genannt haben. Wir ſehen nothwendig die Gegenſtände in die Richtung und an das äußerſte Ende dieſes Strahls; dieß iſt das Prinzip unſrer Urtheile, und die Quelle manches optiſchen Betrugs. So viel iſt immer wahr, das Licht pflanzt ſich beſtändig in grader Linie fort, wenn es durch denſelben Körper, z. B. durch Glas geht, oder wenn es ſich, in einer gleichartigen Flüſſigkeit, z. B. in der Luft, im Waſſer ꝛc. bewegt. Die Phyſiker ſind mit einander überein gekommen, dieß Fluidum allgemein ein Mittel (Medium) zu nennen. Geht aber das Licht aus einem Medium ins andere, aus der Luft ins Waſſer oder ins Glas, ſo muß es ſenkrecht auf die Oberfläche fallen, wenn er ſeine Richtung nicht ändern ſoll. In jedem andern Falle ändert es nach einem lange Zeit uns unbekannten Naturgeſetze, deſſen Entdeckung dem Newton aufbewahrt war, ſeinen Weg, und nähert ſich dieſer ſenkrechten Linie oder entfernt ſich von ihr. Dieß Geſetz iſt die Urſache der Refraktion. Das Fluidum die dicke Luft, welche die Erde umgiebt, erhebt ſich nur in einer mäßigen Entfernung von ihrer Oberfläche. Ueber dieſer Atmoſphäre iſt der unermeßliche Raum bis zu den Sternen, von welchen das Licht auf uns herabgeſchoſſen, oder reflektirt wird, entweder ganz leer oder was wahrſcheinlicher iſt, mit einer äußerſt feinen Flüſſigkeit angefüllt. Das Licht, das uns zugeſchickt wird, bewegt ſich darin frei; allein wenn es zu den Gränzen unſrer

Atmoſphäre gekommen iſt, ſo biegt es ſich dem Naturgeſetze zufolge, verändert ſeinen Weg, und wir täuſchen uns, indem wir es empfangen und den Gegenſtand in der Richtung des Geſichtsſtrahls glauben, um den ganzen Unterſchied zwiſchen ſeinem erſten und ſeinem neuen Wege. Dieſer Unterſchied iſt die Wirkung der Refraktion.

§. 25.

Poſidonius verſuchte wie wir geſehen haben, die Größe der Sonne am Horizonte, durch die beim Eintritt in die Atmoſphäre gebrochnen Strahlen zu erklären. Er bemerkte ſogar, daß dieſe Wirkung von der Dichtigkeit des Mediums abhing. Ungeachtet er die Wirkung der Refraktion zwar unrichtig anwandte, ſo war ſie ihm doch nicht unbekannt. Die erſte Kenntniß davon gehört alſo nicht dem Ptolemäus. Kleomedes war ſchon weiter; er glaubte, daß der Lichtſtrahl, wenn er ſich in der Atmoſphäre krümmte, die Sonne erheben und ſie uns noch zeigen könnte, wenn ſie auch ſchon unter dem Horizonte hinabgeſtiegen wäre. Hier haben wir alſo die Wirkung der Refraktion nach der ſehr bekannten und angezeigten Vertikalrichtung. Ptolemäus zeigte ſich ohne Zweifel bei der Entwickelung derſelben als gelehrterer Aſtronom wie Kleomedes. Die Anwendung dieſes Elements auf aſtronomiſche Beobachtungen iſt deswegen verzögert, weil man es nur durch die Erſcheinungen am Horizonte, durch die Erſcheinung der ungewöhnlichen Größe der Sonne und des Mondes, oder des aufgehenden verfinſterten Mondes vor dem Untergange der Sonne entdeckt hat. Ptolemäus bemerkte ſogar, daß die gegenſeitigen Entfernungen der Sterne am Horizonte größer, als mitten am Himmel erſcheinen a); eine der Vergrößerung des Mondes und der Sonne am Horizonte völlig ähnliche Erſcheinung. Es war alſo ein ſehr natürlicher Gedanke,

a) Almag. Lib. IX, c. 2.

daß die Wirkung der Refraktion nur dort ſtatt fände. Dieß Vorurtheil hat ziemlich lange geherrſcht; denn noch im Anfange des letzten Jahrhunderts glaubte man, daß ſich die Refraktion nicht über 45 Grade in die Höhe erſtrecke a). Die Alten ſcheinen die Sterne nur im Meridiane und gegen die Mitte des Himmels beobachtet zu haben. Man konnte folglich zu Alexandrien, wo die Sonne im Meridiane niemals niedriger als 36 Grad und die übrigen Planeten nur wenig darunter ſtehn, die Nothwendigkeit fühlen, ſich der aſtronomiſchen Refraktion zu bedienen. Sie iſt bei dieſer Höhe ſchon ſehr gering und geringer als der Fehler der alten Inſtrumente. Die Araber und Perſer, die von dem Aequator nicht viel weiter entfernt wohnten, als die alexandriniſchen Aſtronomen, waren in demſelben Falle. Nur auf Beobachtungen, die in nördlichen Ländern, unter einer größern Neigung der Sphäre angeſtellt wurden, hat die Refraktion einen merklichen Einfluß gehabt. Daher war auch der Gebrauch der Refraktion dem Walther und Tycho aufgehoben.

§. 26.

Ptolemäus hatte über die Urſache der Größe der Geſtirne am Horizonte eine ſehr vernünftige Meinung. Er kännte die Refraktion hinlänglich, um zu bemerken, daß ſie die beiden Ränder der Sonne faſt auf gleiche Weiſe erhob, und folglich die Sonne nicht vergrößern konnte. Wir ſagen faſt, weil nämlich die Refraktion immer kleiner und kleiner wird, ſo wie ſich der Himmelskörper von dem Horizonte entfernt. Da nun der eine Rand der Sonne um die ganze Größe der Sonnenſcheibe höher iſt als der andre, ſo iſt er weiter vom Horizonte entfernt, und wird weniger durch die Refraktion erhaben als der untere Rand, der ſich ihm dadurch nähert. Die Refraktion verkürzt alſo wirklich den Durchmeſſer und vermindert die ſcheinbare Größe der Sonne, ſtatt ſie zu vermehren. Dieß bemerkte

a) Dritter Band.

auch Ptolemäus. Allein dieß war nicht Frucht der Erfahrung, denn die Größe iſt zu klein, als daß ſie mit den damaligen Inſtrumenten hätte können gemeſſen werden; es war ein Blick ſeines Geiſtes. Da die Refraktion die Mondes- und Sonnenſcheibe nicht vergrößert, ſo mußte man davon eine andere Urſache aufſuchen. Ptolemäus fand ſie in einer ziemlich feinen Metaphyſik. Wir haben von unbekannten Entfernungen durch die Vergleichung mit bekannten eine Vorſtellung. Wir urtheilen alſo über die himmliſchen Entfernungen, nach den ſehr beſchränkten Entfernungen auf der Erde. Allein dieſe Entfernungen, und die, welche wir ſelbſt durchlaufen, haben, ſo klein ſie auch ſind, doch eine Größe, die in unſrer Schwäche ihren Grund hat. Vergleichen wir dieſe Entfernungen durch Inſtrumente mit den himmliſchen Entfernungen, ſo erhalten wir genaue Reſultate; gründen wir aber die Vergleichung auf das Verhältniß unſrer Sinne, ſo erſtreckt ſich die Unrichtigkeit dieſes Verhältniſſes, die Täuſchung des Verſtandes auf die beiden Gegenſtände der Vergleichung, und die falſche Vorſtellung der Größe geht von dem einen zum andern über. Ptolemäus glaubte, daß die ſcheinbare Größe der Geſtirne am Horizonte ein Irrthum ſei, der aus zwei ſtillſchweigenden Urtheilen der Seele entſpränge. Wenn die Sonne und der Mond am Horizonte ſtehen, ſo befinden ſich zwiſchen ihnen und uns viele Gegenſtände, deren Entfernung wir kennen. Die Entfernung des Geſtirns nach dieſem Maßſtabe geſchätzt, ſcheint uns ſehr groß zu ſeyn; und zufolge dieſes erſten Urtheils, kömmt uns der Gegenſtand, ohne ſeine wahre Größe zu verändern, um ſo größer vor, je weiter wir ihn entfernt glauben. Erheben ſich die Geſtirne bis auf eine gewiſſe Höhe, ſo ſind ſie vom Horizonte und von jeder Art vom Maßſtabe entfernt; es befindet ſich zwiſchen ihnen und uns nichts als der leere Raum, in welchem für die Einbildungskraft nichts iſt, und wir halten ſie für näher. Dieſe ſinnreiche Urſache, die einzige wahrſcheinliche, und ohne Zweifel die wahre,

iſt von Mallebranche wieder erneuert; allein man ſieht daß ſie älter war, und dem Ptolemäus gehört.

§. 27.

Ptolemäus Werk über die Optik, mußte nach dem zu Urtheilen, was wir ſo eben über die Refraktion geſagt haben, ſehr ſchätzbar ſeyn. Es iſt ſonderbar, daß es ganz verſchwunden iſt. Dieß Buch exiſtirte noch im eilften Jahrhunderte, wo Alhazen und im dreizehnten, in welchen Roger Baco lebte. Es iſt alſo ſeit der Regierung Ludwigs des Heiligen, wo die Wiſſenſchaften wieder auflebten, verloren gegangen, unterdeß die Werke der beiden übrigen erhalten worden ſind. Alhazen, der es abgeſchrieben zu haben ſcheint, hat vielleicht zu ſeinem Verluſte mit beigetragen; man konnte damals leicht das Original verſchwinden laſſen, die Manuſcripte waren ſelten und leicht zu zerſtören. In der jetzigen Zeit gehen die Bücher nur unter, wenn ſie keinen Werth haben.

Ein ſehr wichtiges Werk, das wir noch dem Ptolemäus zu verdanken haben, iſt ſeine Geographie. Dieß Buch iſt für dieſe Wiſſenſchaft, was das Almageſt für die Aſtronomie iſt. Er giebt darin die Lage aller damals bekannten Oerter an, die nach der Methode des Hipparchs durch die Längen und Breiten beſtimmt ſind. Dieſe Arbeit war ſelbſt als bloße Kompilation betrachtet, nicht ſo leicht als ſie es heutzutage iſt. Die berühmte Bibliothek zu Alexandrien enthielt zwar vortrefliche Hülfsmittel: allein das Nachſuchen muß ungeheure Arbeit gekoſtet, und viel Kritik erfordert haben. Die Alten hatten auf ihren Reiſen keine Inſtrumente bei ſich. Die ganze Geographie war auf ihre Erzählungen, und auf mündliche Nachrichten gegründet, die man durcheinander berichtigen mußte. Das Leben eines Menſchen würde zu dieſer Unternehmung nicht hingereicht haben, wenn er ſie zuerſt angefangen hätte. Vor dieſer Geographie müſſen mehrere andre Werke vorher-

gegangen ſeyn, die in Ptolemäus großer Sammlung enthalten ſind, und die eben ſo wie die Werke, die vor dem Almageſt vorhergingen verſchwanden, weil ſie nun nicht mehr nutzten. Man ſieht daß Ptolemäus alles in Großem dachte und that. Sein Werk iſt gleichſam der Rahmen, in welchen man die Erdbeſchreibung eingefaßt hat. Die Neuern haben bloß ſeine Beſtimmungen zu berichtigen gehabt. Jetzt, da die Geſtalt der Erde verändert iſt, da dieſelben Städte und Reiche nicht mehr exiſtiren, dient es noch dazu ihre Lagen und Gränzen wieder zu finden.

§. 28.

Es haben gewiß wenige Menſchen ſo viel und über ſo wichtige Gegenſtände gearbeitet als Ptolemäus. Er umfaßte die Chronologie, die Muſik, die Optik, die Gnomonik und war zugleich der Geſetzgeber, der Aſtronomie und Geographie. Man hat behaupten wollen, er ſei kein Beobachter geweſen; allein dieß iſt leichter geſagt, als bewieſen a). Er hat unſtreitig viele Verdienſte um die Aſtronomie. Sein Almageſt gehört ihm nicht ganz; wir haben demſelben vieles gnommen, um Hipparch Gerechtigkeit wiederfahren zu laſſen. Allein deſſen ungeachtet verräth dieß Werk doch einen vielumfaſſenden Verſtand. Es bleibt dem Ptolemäus noch immer genug, um ihn zu einen ſehr großen Mann zu machen. Es gehört viel Genie dazu, die gelehrte Welt vierzehn Jahrhunderte mit ſeinen Arbeiten zu beſchäftigen. Wir haben dem Ptolemäus die ſchuldige Gerechtigkeit wiederfahren laſſen, und zugleich aber auch von ſeinen Fehlern und Unvollkommenheiten geſprochen, und glauben auf die Art, zwiſchen den Arabern, den erſten europäiſchen Aſtronomen, die ihn zu ſehr gelobt, und den neuern die ihn zu ſehr herabgeſetzt haben, genau das Gleichgewicht zu halten. Dieſer große Aſtronom ſtarb b), im acht und ſiebzigſten Jahre ſeines Alters.

a) Erläut §. 34.
b) Gaſſendi, in vita Peireſch.

Man erzählt, daß er, als er einſt von einem Könige zur Tafel eingeladen ſei, es ausgeſchlagen und geſagt habe: die Könige gleichen den Gemälden die nur in einiger Entfernung müſſen geſehen werden a)

§. 29.

Mit Ptolemäus erloſch der Glanz der alexandriniſchen Schule. Sie dauerte zwar noch fünf Jahrhunderte fort, und behauptete ihr Anſehen, aber für die Aſtronomie that ſie nichts. Die Nachfolger von Hipparch und Ptolemäus ſind bloße Kommentatoren die ihnen nur langſam folgen. Das aſtronomiſche Verdienſt ſchränkt ſich bis auf die Araber, die das Scepter in dieſer Wiſſenſchaft wieder ergriffen, bloß darauf ein, die Werke von Hipparch und Ptolemäus zu verſtehen und zu erklären.

In dieſen unfruchtbaren Zeiten kommen Hypſikles, Julius Firmikus, und Theon der Jüngere vor, der ſich durch einige hinterlaſſene Beobachtungen bekannt gemacht hat. Hypatia ſeine Tochter, ausgezeichnet durch ein Geſchlecht, welches alle Talente ſchmückt, hat aſtronomiſche Tabellen berechnet. Heſychius b) erzählt, ſie ſei von den Einwohnern zu Alexandrien, die über ihren Ruhm neidiſch geweſen wären, ermordet und zerriſſen worden. In unſern Zeiten ſchont der Neid doch wenigſtens das Leben, wenn er auch den guten Namen kränkt. Allein das Verbrechen darf wohl nicht dem Neide zugeſchrieben werden, denn ſie ſtarb in einem Aufruhr, weil man vermuthete ſie wäre die Urſache des Mißverſtändniſſes, das zwiſchen dem Patriarchen Cyrillus von Alexandrien, und dem Statthalter Oreſtes herrſchte c).

a) Riccioli Almag. T. I, p. XLIII.
b) Heſychius, de philoſoph.
c) Socrates, Hiſt. eccleſiaſt. L. VII. c. 13.

Ferner ſind zu bemerken der Biſchof Syneſius, der Verfaſſer eines Planiſphäriums, Thius, der einige Beobachtungen anſtellte; der Philoſoph Simplicius der Kommentator des Ariſtoteles; Achilles Tatius, und Rufus Sextus Avienus, welche den Aratus erklärten, und endlich Pappus, Proklus und Boetius, die über das Almageſt geſchrieben haben. Boetius war ein Römer und eine Magiſtratsperſon, er hat eine Ueberſetzung vom Almageſt gemacht, die aber verloren iſt a). Seine Geſchicklichkeit in der Mechanik und Gnomonik lernen wir aus einem Briefe des gothiſchen Königs Theodorich, der zwei Uhren für den König von Burgundien von ihm verlangt; eine Sonnenuhr, welche die Stunden durch die Sonnenſtrahlen anzeigte, und eine Waſſeruhr, die des Nachts gebraucht werden ſollte. "Ich wünſche", ſagt er "daß „du auch bei den Völkern, zu denen du nicht kommen „kannſt, bekannt werdeſt, und daß ſie wiſſen, daß wir „Männer haben, welche den alten Schriftſtellern, deren „Werke man bewundert, nichts nachgeben". Eben dieſer Fürſt ließ ihn jedoch nach der Zeit hinrichten. Man weiß nicht, ob er es that, weil Boetius zu republikaniſche Geſinnungen hatte, oder weil er gegen den Arianismus ſprach, welchem Theodorich zugethan war. Die Eroberer ſind grauſam. Nähert man ſich dem Löwen, ſo muß man vor ſeinem Erwachen zittern.

§. 30.

Nach der Stiftung der chriſtlichen Religion wurde von der Kirche verordnet, daß das erſte Oſterfeſt am erſten Sonntage nach dem Vollmonde, der auf die Frühlingsnachtgleiche fällt, oder zunächſt darauf folgt, gefeiert werden ſollte. Um die Zeit dieſes Feſtes im voraus zu ordnen und anzuzeigen, war die Aſtronomie nöthig. Die Biſchöfe, die in dieſen Wiſſenſchaften wenig unterrichtet waren, bedienten ſich anfangs der

a) Caſſiodor. Lib. I, Variar. Epiſt. 45.

Octorteries des Kleoſtratus und Harpalus a), oder der Periode von acht Jahren, welche um einen und einen halben Tag unrichtig war, ſo daß nach zwanzig ſolcher Perioden Oſtern um ein Monat abweichen mußte b). Es lag ſehr daran, im voraus den Tag zu wiſſen, auf welchen der Vollmond fällt, der dieß Feſt beſtimmt; noch wichtiger war es, ihn für einen Tag anzuzeigen, der von der Kirche eingeführten Regel nicht abweicht. Anatolius, der gegen das Jahr 270, ehe er Biſchof von Laodicea wurde, zu Alexandrien das Haupt der peripatetiſchen Schule war, glaubte, daß der metoniſche Cykel, die Periode von neunzehn Jahren, welche die Vollmonde auf dieſelben Tage des Monats zurückführte, zu dieſer Abſicht ſo vortheilhaft wäre, als man wünſchen könnte. Er wandte dieſen Cykel auf die Beſtimmung des Oſterfeſtes an, und ſetzte den Anfang deſſelben auf den 22 März des Jahrs 276 unſrer Zeitrechnung. Dadurch leiſtete er der Rechnung und dem Kirchenkalender einen wichtigen Dienſt. Mit dieſem Cykel, in welchem die Mondphaſen auf beſtimmte Tage fallen, und in einer Ordnung folgen, die ungefähr nach neunzehn Jahren wieder zurück kömmt, war man im Stande Oſtern zu beſtimmen.

Das nicäiſche Concilium verordnete daher, daß dem Biſchofe von Alexandrien, der in einer gelehrten Stadt wohnte, das Geſchäft aufgetragen werden ſollte, den Tag zu beſtimmen, auf welchen Oſtern gefeiert werden müßte, und es durch Zirkularſchreiben allen Biſchöfen anzuzeigen. Die Prälaten gründeten damals ihre Rechnung auf den alexandriniſchen Kalender, und wählten den Neumond, der zu Alexandrien auf den Mittag den 28 Auguſt, den Tag vor Diokletians Regierungsantritt fiel, zur Epoche des neunzehnjährigen

a) Aelt. Sternk. 1 B. 8 Abſchn. §. 11
b) Mem. Acad. Scien. T. VIII. p. 354
c) Petau, Doct. temp.

Cykels. Dieſer Tag der letzte des alexandriniſchen Kalenders. Seit Auguſts Regierung, als das Jahr aufgehört hatte, ſchwankend zu ſeyn, fing es den 29ſten Auguſt an. Das erſte Jahr des Cykel war auch das erſte der Regierung Diokletians a); daher die diokletianiſche Zeitrechnung, deren ſich die Chriſten einige Jahrhunderte hindurch bedienten.

§. 31.

Dionyſius mit dem Zunamen der Kleine, verfolgte die Idee des Anatolius, und führte einen neuen Cykel von fünf hundert und zwei und dreißig Jahren zur Beſtimmung des Oſterfeſtes in die römiſche Kirche ein. Dieſe Periode beſteht aus acht und zwanzig Mondencykeln von neunzehn Jahren. Die Zahl acht und zwanzig iſt die Zahl der Jahre eines Cykels, welcher der Sonnencykel genannt wird. Er hat den Vortheil, daß er dieſelben Wochentage auf dieſelben Tage des Monats und des julianiſchen Jahrs zurückführt; Wir glauben nicht daß Dionyſius hier viel aſtronomiſche Kenntniſſe angewandt hat. Offenbar hat er eine Periode erfinden wollen, welche die Neu- und Vollmonde auf dieſelben Tage der Woche und des Monats zurückbrächte; und er ſah, daß dazu hinlänglich war, die beiden Cykeln von neunzehn und acht und zwanzig Jahren mit einander zu multipliciren. Allein dieſe Periode iſt nicht genau. In 532 Jahren übertreffen die julianiſchen Jahre die wahren Sonnenjahre um vier ganze Tage b). Sie würde weniger unrichtig ſeyn, wenn das Jahr ſo wäre, wie es Hipparch beſtimmt hat, und wie es Dionyſius kannte. Dieſer Chronolog iſt es, der im Jahre 527 das Geburtsfeſt Chriſti zur Epoche feſtſetzte, die ſeitdem von allen chriſtlichen Nationen angenommen iſt.

Es gab damals noch eine kleine Periode von funfzehn Jahren, nähmlich die Periode der Indiktionen.

a) Caſſini, Mem. Ac. Sc. T. VIII, p. 355.
b) Ebendaſ. p. 351.

Man kennt weder ihren Zweck noch die Zeit, wenn ſich ihr Gebrauch angefangen hat, genau. Vermuthlich hat ſie ſie einer Auflage, die unter den römiſchen Kaiſern zur Unterhaltung der alten Soldaten, die funfzehn Jahre gedient hatten, gehoben wurden, ihren Urſprung zu verdanken. Man bedient ſich derſelben nur noch in den römiſchen Hofakten. Sie fangen mit dem erſten Januar 313 an. Multiplicirt man die drei Perioden mit einander, ſo erhält man die von Skaliger erfundene julianiſche Periode von 7980 Jahren. In dieſer Periode kommen nicht zwei Jahre vor, die dieſelben Zahlen für die drei Cykel haben; und wenn ſie geendigt iſt, ſo fangen die drei Cykels zuſammen in derſelben Ordnnug wieder an. Sie fängt vier tauſend ſieben hundert dreizehn Jahre vor unſrer Zeitrechnung an, und ſie wird ſich erſt im Jahre drei tauſend zwei hundert und ſieben und ſechszig endigen. Skaliger hat dieſe Periode als ein Univerſalmaß vorgeſchlagen, um alle übrigen Perioden, Epochen und Zeitrechnunegn der verſchiednen bekannten Völker darauf zu beziehen. Ihre Größe gab ihr wirklich dieſen Vortheil. Mehrere Aſtronomen haben davon Gebrauch gemacht. Wir haben hier bei Gelegenheit der Periode des Dionyſius davon geredet, um auf dieſe Materie nicht wieder zurück zu kommen.

§. 32.

Gegen die Mitte des ſiebenten Jahrhunderts unſrer Zeitrechnung bewirkte, die in Arabien eingeführte muhamedaniſche Religion eine ſehr große Revolution. Die ſehr alten Bewohner dieſes Welttheils von Fanatismus, Bekehrungsgeiſt und Eroberungsſucht entflammt, kamen nach Aegypten, unterwarfen ſich Alexandrien, und zerſtörten das ſchönſte Denkmahl d. Alterthums, die berühmte Bibliothek in welcher die Schätze des Genies und der Gelehrſamkeit aufbewahrt wurden. Vergeblich beſchwur ein Philoſoph Philoponus, den arabiſchen General Amru ſie zu erhalten; der Kalife Omar, den man deshalb befragte, antwortete; ſtimmen dieſe Bücher mit dem

Alkoran überein, ſo ſind ſie unnütz; widerſprechen ſie ihm, ſo ſind ſie verabſcheuungswürdig. Man könnte glauben, die Politik habe dieſen Ausſpruch diktirt; allein der Glaube an eine neue Religion kennt dieſe Politik nicht, und die Antwort iſt bloß barbariſch. Dieſe koſtbare Sammlung diente länger als ein Jahr dazu, die Bäder von Alexandrien zu heitzen. Einige Manuſkripte entgiengen ohne Zweifel ihrem Untergange; allein ſie machten nur den Verluſt der andern deſto fühlbarer. Wiſſenſchaft und Gelehrſamkeit giengen mit der Bibliothek unter; und dieſe berühmte Schule, die zwei hundert achtzig Jahre vor Chr. Geb. geſtiftet war, endigte ſich im Jahre ſechs hundert zwei und vierzig, nachdem ſie drei oder vier Jahrhunderte ſeit Ariſtarch bis auf Ptolemäus geblüht und ſeit dieſen fünf Jahrhunderten aber mit weniger Glanz exiſtirt hatte.

Aſtronomiſche und hiſtoriſche Erläuterungen
des fünften Abſchnitts
Von Ptolemäus und ſeinen Nachfolgern bis zum Ende der alexandriniſchen Schule.

§. 1.

Den Arabern zufolge war Ptolemäus zu Peluſium geboren, daher ſie ihm auch den Beinamen Peluſienſis gaben; aber er war aus Ptolemaides in Aegypten, wie man aus den beiden griechiſchen Schriftſtellern lernt, deren Fragmente H. Bouillaud geſammelt hat a). Sein Name, der der Name der damals in Aegypten herrſchenden Könige war, hat die Meinung veranlaßt, er ſei aus der königlichen Familie. Dieſe Vermuthung, die Iſidor, ein Biſchof von Sevilla im ſiebenten Jahrhunderte vorbrachte b) hat keinen andern Grund als die Aehnlichkeit der Namen c). Fabricius zeigt, daß der Name Ptolemäus in Aegypten ſehr gemein war, und ihn ehemals viele Privatperſonen führten.

§. 2.

Man könnte glauben, daß Ptolemäus die Schiefe der Ekliptik beobachtet habe: er ſagt in ſeinem Almageſt, daß die Entfernung der Wendekreiſe mehr als $47\frac{2}{3}$ und weniger als $47\frac{3}{4}$ Grade betrage; daraus ergiebt ſich durch ein Mittel die Schiefe von 23° 51′ ½. Er ſagt, er habe dieſe Größe gefunden, die mit der einerlei iſt, welche Eratoſthenes gefunden, und Hipparch in ſeinem Planiſphärium gebraucht hatte d). Er ſagt, ſie ſei 23° und faſt 51′. Wahrſcheinlich hielt er ſie alſo für etwas kleiner e). Ptolemäus hatte die Abſicht Hipparchs Arbeiten zu prüfen, und war ſo eitel ſie immer verbeſſern zu wollen. Sein Tadel fällt zuweilen ins Kleinliche, wie wir zu bemerken Gelegenheit haben werden. Dieß iſt aber gewöhnlich der Fall, wenn man große Männer tadeln will. Wir haben z. B. geſagt f), daß Hip-

a) Olympiodori et Theodori Meliteniotae frag. aſtr. cum Ptolem. de jud. facult.
Hiſt. des math. Tom. I, p. 287.

b) Lib III, originum, c. 25.

c) Bibliot. graec. IV, 14. p. 453.

d) Planiſph. p. 2. e) Almag. Lib. I, c. 11.

f) Oben, p. 477.

parch in der Mondstheorie aus Irrthum verſchiedne Excentricitäten in der Hypotheſe des Epicykels und des excentriſchen Kreiſes fand; dieß iſt die wichtigſte Bemerkung von Ptolemäus.

Er beſtimmt dieß Element, wie Hipparch gethan hatte, vermittelſt dreier Mondsfinſterniſſe, die in den Jahren 720 und 721 vor Chr. Geb. beobachtet waren a); und findet das Verhältniß des Halbmeſſers des Epicykels zum Halbmeſſer des fortleitenden Kreiſes, wie $5\frac{13}{60}$ zu 60. Er wiederholte dieſelbe Rechnung bei drei andern Beobachtungen, die er ſelbſt angeſtellt hatte, in den Jahren 17, 19 und 20 Hadrians, d. h. ungefähr 850 Jahre nachher, und fand noch daſſelbe Verhältniß $5\frac{14}{60}$ zu 60: ein Beweis, daß dieß Element beſtändig war. Es ergiebt ſich daraus eine Gleichung von 5° 1′.

§. 3.

Ungeachtet Ptolemäus aus den beiden Hypotheſen des excentriſchen Kreiſes und des Epicykels dieſelben Reſultate herleitete, ſo ſcheint er doch für den Mond die Hypotheſe des Epicykels vorzuziehn. Der Grund davon, den er nicht anführt, iſt leicht zu errathen. Die Abſidenlinie des Mondes hat eine Bewegung, die die Alten nicht kannten. Die Hypotheſe des excentriſchen Kreiſes ſtimmt ſehr mit den Beobachtungen der Sonne überein, weil die Bewegung ihrer Abſiden in Jahrhunderten nur wenig merklich iſt. Die Chaldäer hatten bloß eingeſehen, daß die Ungleichheit des Mondes ſich nicht in einer Zeit wiederherſtellte, die der Umlaufszeit deſſelben in Abſicht des Thierkreiſes gleich war. Der Epicykel, wovon man annahm, daß er in der Zeit eines Umlaufs der Ungleichheit beſchrieben wurde, entſprach der Bewegung der Abſiden, ohne daß Ptolemäus dieſe Bewegung vermuthete, was der excentriſche Kreis nicht würde gethan haben. Es iſt ſehr einfach daß Ptolemäus, da er zwei verſchiedene Revolutionen kannte, zwei Kreiſe annehmen mußte, den Epicykel und den fortleitenden Kreis.

Ptolemäus verbeſſerte durch die Beobachtungen, wovon wir im vorhergehenden Paragraph geredet haben, dieſe Bewegung der Ungleichheit. Hipparch hatte ſie auf 52° 31′ geſetzt, indem er die ganzen Revolutionen in einen Zeitraume von 854 ägyptiſchen Jahren und ungefähr 74 Tagen wegließ. Ptolemäus fand ſie um 17′ kleiner. Er verbeſſerte daher die von Hipparch eingeführte Bewegung b).

a) Almag. Lib. IV, c. 6.
b) Ibid. Lib. IV, c. 11.
c) Ibid.

Der Fehler iſt jedoch ſehr unbedeutend und die Korrektion fällt hier beinahe ins kindiſche; denn Ptolemäus ſah ſicher ein, daß die Beobachtungen einen weit größern Fehler gaben. Offenbar ſuchte ſich Ptolemäus, der alle Arbeiten zu den ſeinigen machen wollte, das Anſehen zu geben als habe er den Hipparch verbeſſert. Wir werden eben dieß von der Korrektion der Bewegung des Knotens oder, nach der Sprache der Alten, von der Bewegung der Breite ſagen; eine Korrektion wofür er in 615 Jahren 9′ fand a).

Dieſe Bewegung wurde vermittelſt der Finſterniſſe beobachtet, und wir werden, den Ptolemäus zufolge erzählen, welche Aufmerkſamkeit man auf dieſe Beobachtungen wandte. Man wählte zwei Finſterniſſe, wo der Mond entweder gar keine Breite oder wo er wenigſtens in beiden eine gleiche nördliche oder ſüdliche Breite hatte. Dieß erkannte man leicht, denn iſt dieſe Breite nördlich, ſo wird der ſüdliche Theil des Mondes verfinſtert, und umgekehrt. Ueberdieß mußte in dieſem Falle die Breite gleich, d. h. die Anzahl der verfinſterten Zolle dieſelben ſeyn. Man ſorgte ferner dafür, Finſterniſſe zu wählen, die in Abſicht der Sonne und dem Monde eignen Ungleichheiten völlig gleich waren, um von dieſer Seite keinen Fehler fürchten zu dürfen. Alsdann war man gewiß, daß die mittlere Bewegung des Mondes zwiſchen dieſen beiden Finſterniſſen der Bewegung der Breite oder der Knoten gleich war. Aſtronomen, die geſchickt waren ſo gut alle Mittel zu wählen und die Fehler zu vermeiden, fehlte es nur an genauen und den unſrigen ähnlichen Inſtrumenten.

§. 4.

Ptolemäus entdeckte, wie wir ſchon erzählt haben, die zweite Ungleichheit des Mondes. Er bemerkte ſehr gut, daß dieſe neue Ungleichheit nicht ſtatt fand, wenn der Mond in Quadratur war und ſich zugleich in der Erdnähe oder Erdferne befand, und daß, wenn die Ungleichheit am größten ſeyn ſollte, der Mond ſich bei drei oder neun Zeichen Anomalie in Quadratur befinden mußte. Alsdann wurde die Gleichung, die 5° 1′ betrug, 7° 40′. Er nannte dieſen Ueberſchuß von 2° 39′ die zweite Ungleichheit, und nahm an, daß ſie von der Entfernnng des Mondes von der Sonne abhinge. Dieß Reſultat iſt genau. Nach Mayer iſt die Gleichung des Mittelpunkts 6° 18′ 15″; aber in den Finſterniſſen bringt ſie die Evection auf 4° 57′ 42″. In den Quadraturen wird

a) Ibid. c. 9.
b) Almag. Lib. IV, c. 2 et 3.

ſie durch die Evection weit gröſser, nämlich 7° 39′ 6″, und weicht nur um eine Minute von der ptolemäiſchen ab.

§. 5.

Hipparch hatte die erſte Ungleichheit des Mondes durch einen Epicykel oder einen excentriſchen Kreis vorgeſtellt. Da nun Ptolemäus, aus dem angeführten Grunde, für den Epicykel geſtimmt war, ſo glaubte er, nachdem er die zweite Ungleichheit entdeckt hatte, daſs man ſie alle beide durch einen excentriſchen Kreis verbunden mit einen Epicykel vorſtellen könnte; aber er ſah bald ein, daſs ein gewöhnlicher excentriſcher Kreis den Erſcheinungen kein Genüge that. Man ſetze nämlich die erſte durch einen Epicykel ſehr gut vorgeſtellte Ungleichheit bei Seite, und betrachte nur hier die zweite von 2° 39′, deren durch die Beobachtung gegebnen Bedingungen die ſind, daſs ſie in den Konjunkturen und Oppoſitionen null und in den beiden Quadraturen wo der Mond immer auf 3 oder 9 Zeichen Anomalie angenommen wird, am gröſsten iſt. Es ſei (Fig. 24) C der Mittelpunkt des excentriſchen oder fortleitenden Kreiſes, T der Mittelpunkt der Erde und des Thierkreiſes AE, bf, kg, dh, die Lagen des Epicykels in der Konjunktion und Oppoſition und in den beiden Quadraturen; es werde in der Konjunktion A die gröſste Gleichung 5° 1′ durch den Winkel ATE vorgeſtellt, ſo iſt gewiſs, daſs in den Quadraturen b und d, wo der Mond der Erde näher iſt, der Durchmeſſer des Epicykels unter einem gröſsern Winkel geſehen wird, und eine gröſsere Ungleichheit hervorbringt. Alsdann läſst ſich der exentriſche Kreis leicht ſo beſtimmen, daſs der Unterſchied 2° 39′ beträgt. Da aber die Entfernung KT noch kleiner iſt, als die Entfernungen bT, dT, ſo würde begreiflich der Winkel KTg der gröſste ſeyn, und die daraus entſpringende Ungleichheit in der Oppoſiton ſtatt null zu ſeyn, am gröſsten werden. Dieſe Erſcheinungen darzuſtellen, würde, wie wir ſchon geſagt haben, eine an den Seiten eingedrückte Bahn erfordert, aber das Vorurtheil der kreisförmigen Bewegungen erlaubte dem Ptolemäus nicht, ſich von dieſer geheiligten Linie zu entfernen. Ii (circuli), ſagt er an einem andern Orte, enim diuinorum corporum naturae conueniunt, unde inordinatio et diſſimilitudo longe abeſt a). Um allen dieſen Schwierigkeiten auszuweichen dachte ſich Ptolemäus die Sache auf folgende Art: er lieſs den Mittelpunkt des excentriſchen Kreiſes C ſich in einem kleinen Kreiſe CMON um die Erde T in einer der Bewegung des Mittelpunkts des

a) Almag. Lib. IX, c. 2.

excentriſchen Kreiſes entgegengeſetzten Richtung bewegen. Wenn alſo der Mittelpunkt des Epicykels in A oder K iſt, ſo befindet ſich der Mittelpunkt des excentriſchen Kreiſes in C oder O. Auf die Art werden bie beiden Entfernungen, in den Syzygien einander gleich. In den Quadraturen hingegen, wo der Mittelpunkt des Epicykels in B iſt, befindet ſich der Mittelpunkt des excentriſchen Kreiſes in M, und wenn der erſte in D iſt, ſo iſt der zweite in N. In den Syzygien iſt alſo die Entfernung des Mondes von der Erde dem um den Halbmeſſer des kleinen Kreiſes vermehrten Halbmeſſer des excentriſchen Kreiſes gleich. In den Quadraturen iſt er dem um dieſelbe Größe verminderten Halbmeſſer des excentriſchen Kreiſes gleich. Dieſer Durchmeſſer kann ſo beſtimmt werden, daß der Halbmeſſer des Epicykels aus dem Punkte T in den gleichen Entfernungen AT, KT geſehen, eine Gleichung von 5° 1′ und in den ebenfalls gleichen Entfernungen eine von 7° 40′ hervorbringt. Begreiflich wird die Gleichung, wenn der Mond in dem Epicykel ſich nicht in dem Punkte E, F, G, H befinbet, wo die größten Gleichungen ſtatt finden, überhaupt weniger beträchtlich ſeyn, als in jeder andern Lage.

§. 6.

Aus dieſen Vorausſetzungen folgte, daß die größte Entfernung der Erde in der Konjunktion faſt doppelt ſo groß ſeyn könnte, als die kleinſte Entfernung von dem Monde in Oppoſition; was ſich nicht ſo verhält. Dieſe Entfernungen verhalten ſich ungefähr wie 1 zu 1, 15 oder wie 7 zu 8. Die Beobachtung der Durchmeſſer muß, wie wir bemerken werden, zeigen, daß das Verhältniß der faſt doppelten Entfernungen ſehr weit von dem wahren Verhältniſſe entfernt war.

Offenbar war es leicht, aus dieſen beiden durch Beobachtung gegebenen Winkel BTF, ATE, dem einen von 7° 40′ dem andern von 5° 1′, die Dimenſionen aller Kreiſe zu beſtimmen. Der Halbmeſſer des Epicykels war ſchon zu 5, 13 berechnet. Ptolemäus fand den Halbmeſſer CT des kleinen Kreiſes 10, 19 und des excentriſchen Kreiſes 49, 41 a).

§. 7.

Die Parallaxe, welche Ptolemäus für 50° vom Scheitel auf 1° 7′ b) angab, iſt viel zu groß. Die Schwierigkeit nach dem Mittelpunkte des Mondes zu viſiren hat einigen Irrthum hervorbringen können; der größte Fehler kömmt jedoch ohne Zweifel von den Elementen her, deren er ſich zur Berechnung

a) Almag. Lib. V. c. 4.
b) Oben im 5 Abſchn. §. 7.

der wahren Entfernung des Mondes bediente. Die aus den Tafeln genommenen Längen und Breiten, konnten von den wahren Längen und Breiten, und folglich auch die daraus hergeleitete Entfernung vom Zenith von der wahren ſehr verſchieden ſeyn.

Ptolemäus beſtimmte die Entfernung des Mondes von der Erde für den Augenblick der Beobachtung zu 39¾ Erdhalbmeſſer; für die mittlere Entfernung in den Quadraturen aber zu 38, 43 und zu 59 für die mittlere Entfernung in den Syzygien. Dieſe Entfernungen waren, je nachdem der Mond ſich in der Erdferne oder Erdnähe befand, noch um den ganzen Halbmeſſer des Epicykels verſchieden, den Ptolemäus folglich zu 10, 20 Halbeſſer berechnete. Alle dieſe Entfernungen gaben verſchiedene Horizontalparallaxen, die alle zu groß waren, weil ſie aus einer zu großen auf 1° 7′ beobachteten Parallaxe hergeleitet waren. Hier folgt die Tabelle von den Entfernungen und Parallaxen nach der ptolemäiſchen Hypotheſe.

Quadraturen	In der Erdferne	43, 53	1° 19′0″
	Erdnähe	33, 33	1° 44′0″
Syzygien	In der Erdferne	64, 10	0° 53′44″
	Erdnähe	53, 50	1° 3′51″ a)

§. 8.

Ptolemäus beſchäftigte ſich auch mit der Beobachtung des Sonnen- und Monddurchmeſſers b). Er erklärte gleich im Anfange, daß er ſich der alten Methoden dieſe Durchmeſſer vermittelſt der Klepſydern und der Zeit, des Aufgangs und Untergangs der Sonnenſcheibe in der Nachtgleiche nicht bedienen wolle. Dieſe Methoden waren für eine Aſtronomie, welche anfieng, ſich zu vervollkommnen, zu mangelhaft geworden. Er verfertigte das Inſtrument, die Dioptra, welches Hipparch erfunden hatte, und das wir oben c) beſchrieben haben. Aber dieß Inſtrument diente ihm nur, ſich zu verſichern, daß der Durchmeſſer der Sonne keiner merklichen Veränderung unterworfen und der Durchmeſſer des Mondes in ſeiner größten Entfernung von der Erde, genau dem Sonnendurchmeſſer gleich ſei. Hierauf ſchränkt er den Gebrauch des Inſtruments ein, und fand es unzulänglich die Größe dieſer Durchmeſſer

a) Ptolemaeus, Almag. Libro quinto c. 18.
b) Ibid.
c) Erläut. des 1 u. 2 Abſchn. §. 15.

ſelbſt zu entdecken. Er zog die Berechnung der Mondsfinſterniſſe vor, die in der größten Entfernung des Mondes von der Erde eintreten, wo ſein Durchmeſſer dem Sonnendurchmeſſer gleich iſt, und wo man beide zugleich beobachten kann.

Er fand vermittelſt der Methode der partiellen Finſterniſſe den Durchmeſſer des Mondes in ſeiner größten Entfernung von der Erde zu 31′ 20″ a) und in der kleinſten zu 35′ 20″ b). Dieſe Durchmeſſer werden in unſern Zeiten zu 29′ 25″ und 33′ 34″ gefunden c). Nun verhält ſich 29′ 25″ zu 33′ 34″ genau wie 31′ 20″ zu 35′ 45″. Die ptolemäiſchen Durchmeſſer, die um 2′ zu groß ſind, haben alſo das Verhältniß, das ſie haben müſſen. Die Beobachtung der verfinſterten Zolle war folglich mit einiger Genauigkeit angeſtellt worden. Man könnte vermuthen, daß ſie, wie wir, ein Inſtrument hatten, ſie zu meſſen, wenn man nicht ſehr ſtarke Gründe hätte, das Gegentheil zu glauben d). Außer der Ungewißheit der Beobachtung war nämlich noch ein Fehler in der berechneten Breite, der ganz auf die Beſtimmung des Durchmeſſers überging. Es iſt ſogar eine Art von Wunder, daß ſie keine gröbere Fehler gemacht haben, wenn man bedenkt, welche Fehler wir noch vor einem halben Jahrhunderte in der Beſtimmung der Mondsbreite begiengen. Es iſt alſo ſehr merkwürdig, daß der ſo beſtimmte Sonnendurchmeſſer auf 8″ oder 10″ mit dem in unſern Tagen durch die genaueſten nnd neueſten Beobachtungen e) beſtimmten, zuſammentrift. Man könnte faſt glauben, daß die Alten die Fehler und die Ungewißheiten ihrer Inſtrumente vollkommen kannten, und folglich durch Gewohnheit und Aufmerkſamkeit, eine Art zu beobachten erworben hatten, die ſich immer gleich war, und Fehler in demſeiben Sinne hervorbrachte. Daher hat vielleicht auf das gegenwärtige Reſultat, was ſich auf den Unterſchied der beobachteten Größen gründet, nur der Unterſchied dieſer Fehler Einfluß und kann eine gewiſſe Genauigkeit haben.

§. 9.

Ptolemäus hat ſich ziemlich früh mit der Rechnung der Parallaxen beſchäftigt. Die Erfindung davon gehört dem Hipparch f). Er hatte bemerkt, daß ſie auf alle Beobachtungen des Mondes, ſeine Finſterniſſe ausgenommen, Einfluß

a) Almag. Lib. V, c. 14.
b) Ibid. Lib. VI, c. 5.
c) M. de la Lande, aſtron. art. 1389.
d) Unten §. 14.
e) M. de la Lande. Aſtron. art. 1388.
f) Erläut. des 3 Abſchn. §. 9.

hatte. Wir vermuthen ſogar aus Ptolemäus Erzählung, daß Hipparch verſucht hatte, die Wirkung der Parallaxe auf die Länge und Breite des Mondes zu berechnen. Dieſe Rechnungen waren ihm ohne Zweifel zu ſeiner Abhandlung über die Finſterniſſe in den verſchiednen Klimaten nothwendig a). Verläßt man ſich aber auf das Zeugniß von Ptolemäus, ſo ſcheint ſich Hipparch darin geirrt zu haben. Aus Furcht gegen Ptolemäus ungerecht zu ſeyn, haben wir ihm die Methoden der Parallaxen gelaſſen, die er wenigſtens vervollkommnet hat.

Zur Erleichterung der Rechnung hat Ptolemäus Tabellen verfertigt b), worin man für die verſchiednen bekannten Klimate die Entfernungen des erſten Grades jedes Zeichens der Ekliptik vom Scheitel zu verſchiedenen Stunden findet. Zur Seite hat er den Winkel deſſelben Punktes der Ekliptik mit der Vertikale geſetzt. Eine andere Tabelle enthält die mit der Entfernung vom Zenith korreſpondirende Parallaxe c). Die Parallaxe zu berechnen, verfährt er auf folgende Art d). Er ſucht aus der Länge des Mondes die korreſpondirende Entfernung von dem Scheitel und darauf, die dazu gehörige Parallaxe. Es ſei (Fig. 25.) MN die Ekliptik, Z der Scheitel, der Mond in A, ZA die Vertikale des Mondes, NE ſeine wahre Länge, AE ſeine Breite; es ſei die Parallaxe AB, und folglich B der ſcheinbare Ort des Mondes, ND, BD, ſeine ſcheinbare Länge und Breite, ſo iſt der mit ED parallele Bogen AC die Parallaxe der Länge und BC die Parallaxe der Breite. In dem rechtwinklichen Dreiecke ABC, kannte Ptolemäus AB, die Höhenparallaxe, und den Winkel CAB, den Winkel der Ekliptik mit der Vertikale, oder wenigſtens den ſehr wenig davon abweichenden Winkel. Daraus leitete er das Verhältniß von AC und BC zu AB her, dieß iſt ungefähr dieſelbe Methode, deren man ſich jetzt bedient. Ptolemäus hat ſehr gut bemerkt, daß die Tabelle der Klimate den Bogen ZE giebt, die Parallaxe hingegen von dem Bogen ZA abhängt; allein er ſagt auch, daß in den Finſterniſſen, wo die Breite des Mondes immer ſehr klein iſt, der Bogen ZA ſich mit dem Bogen ZE verwechſeln laſſe. Eben ſo kann der Winkel, der Vertikale ZE mit der Ekliptik, ſtatt des Winkels der Vertikale mit dem der Ekliptik parallelen Bogen AC genommen werden. Hipparch zeigte, daß man den Bogen ZE durch die Hinzufügung des Bogens IA, der leicht zu berechnen war, korrigiren könne; aber er irrte ſich ſelbſt, weil er annahm, daß ſtatt des

a) Erläut. des 3 Abſchn. §. 9.
b) Ptolem, Almag. Libro ſecundo.
c) Ibid. Lib. V, c. 18. d) Ibid. c, 19.

Bogen ZE der Bogen ZI, durch die Tabellen gegeben ſey. Dieſe Korrektion von Hipparch ließ uns glauben, daß der Grund dieſer Methoden ihm gehörte. Uebrigens giebt Ptolemäus das Mittel an, bei der Rechnung auf die Breite des Mondes Rückſicht zu nehmen. Es werde aus dem Punkte Z mit dem Radius ZE der Kreisbogen EO beſchrieben, wobei der Bogen ZE oder der ihm gleiche ZO und der Winkel ZEM der Ekliptik mit der Vertikale als gegeben angenommen wird. In dem rechtwinklichten Dreiecke AEO iſt der Bogen AE bekannt, der die Breite des Mondes iſt, und der Winkel OEA, der dem Winkel ZEM gleich iſt. Er leitet daraus den Bogen OA her, welcher zu ZE hinzugefügt, die wahre Entfernung des Mondes vom Scheitel und dem Kreisbogen OE oder den Winkel OZE giebt, der von dem Winkel ZEM abgezogen, ihm den Winkel ZIM giebt. Wir erklären dieſe Methoden etwas umſtändlich, was wir in der Folge nicht immer thun werden. Allein ſie ſind intereſſant, weil man den Zuſtand der Aſtronomie in den Zeiten ihrer Wiederentſtehung daraus beurtheilen kann. Man ſieht ſchon den Unterſuchungs- und Genauigkeitsgeiſt hervorglänzen, der in unſern Tagen ſo weit gekommen iſt. Ptolemäus hat nicht darauf geachtet, daß die Parallaxe von den ſcheinbaren Entfernungen vom Zenith und nicht von den wahren abhängt.

§. 10.

Was die Sonnenparallaxe betrift, ſo mußte man, da ſie den Beobachtungen entgieng, um ſie zu erfahren, die Entfernung der Sonne von der Erde beſtimmen. Ptolemäus ſchloß mit Recht, daß in einer Finſterniß, wo der Mond halb verfinſtert iſt, der Halbmeſſer des Schattens der Breite des Mondes gleich ſei, die damals 40′ 40″ war a). Der Mond befand ſich in der größten Entfernung; folglich war ſein Durchmeſſer 31′ 20″ und damals ihm zufolge genau dem Sonnendurchmeſſer gleich.

Es ſei (Fig. 26.) GA die Sonne, EI der Mond, CM die Erde, ihr Halbmeſſer NM gleich 1, CMX der Schattenkegel, NT die größte Entfernung des Mondes von der Erde 64, 10 Erdhalbmeſſer, wovon jeder gleich NM. In dem rechtwinklichten Dreiecke TNI kannte er TN gleich 64, 10 b), und den Winkel TNI von 15′ 40″, oder den Halbmeſſer des Mondes, daraus berechnete er die TI, und fand ſie gleich 0 Th., 17′ 32″, deren TN 64, 10 enthält. Er nahm auf

a) Almag. Lib. V, c. 14 et 15.

b) 64, 10 bedeutet 64 Theile und 10 Sechszigſtel dieſer Theile. Die Alten theilten immer von 60 zu 60 ab.

der andern Seite der Erde NP gleich NT. Alsdenn iſt in dem Dreieck NPR die Seite NP von 64, 10 und der Winkel PNR oder der Halbmeſſer des Schattens von 40′ 40″ bekannt; woraus PR gleich 0 T. 45′ 38″ gefunden wird. Da aber TN gleich iſt NP, ſo iſt PR und TS gleich dem doppelten von NM, das heißt gleich 2, die Summe von PR und TI iſt 1 T. 3′ 11″: alſo IS iſt gleich 2, weniger 1 T. 3′ 11″ oder gleich 0 T. 56′ 49″. Aber NM verhält ſich zu IS wie AN zu AI, wie DN zu DT; alſo NM weniger IS zu DN weniger DT wie NM zu DN, 0 T. 3′ 11″ zu 64 T. 10′ wie 1 T. zu DN, welches man 1210 Theilen gleich findet, von denen NT 64, 10 enthält alſo 1210 Erdhalbmeſſer.

§. 11.

Vermittelſt dieſer beſtimmten Größen fand Ptolemäus die Verhältniſſe der Größe der Sonne, des Mondes und der Erde. Iſt der Durchmeſſer des Mondes 1, ſo iſt der Erddurchmeſſer $3\frac{2}{5}$ und der Sonnendurchmeſſer $18\frac{4}{5}$; oder ſähe man dieſe Geſtirne in derſelben Entfernung, ſo würden ihre Durchmeſſer dieß Verhältniß gegen einander haben. Ptolemäus ſchließt daraus, daß die Sonne ihrem körperlichen Inhalte noch 170 mal größer ſei, als die Erde a). Dieß Verhältniß zwiſchen den Durchmeſſern des Mondes und der Erde iſt ziemlich genau angegeben; aber die Sonne iſt bei weitem größer. Er war alſo der Wahrheit nicht viel näher gekommen als Hipparch, der die Sonne 150 mal größer gefunden hatte als die Erde b). Wir wiſſen jetzt, daß ſie zwölf hundert tauſend mal größer iſt.

Da die Parallaxen der verſchiedenen Geſtirne ſich umgekehrt verhalten, wie dieſe Entfernungen, ſo fand Ptolemäus, daß wenn in der Entfernung von 64, 10 die Monds-Parallaxe 53′ 34″ beträgt die Parallaxe d. Sonne in der Erdſ. alſo in einer Entfernung v. 1210 Erdhalbm. 2′ 51″ ſeyn müſſe, u. ſo hat er ſie auch beſtimmt c). So unrichtig dieſe Parallaxe auch iſt, ſo iſt ſie doch von den Arabern angenommen worden, und ungeachtet ſie bei verſchiednen Autoren ſehr verſchieden angegeben wird, ſo beſtimmte ſie doch Tycho im Jahre 1577 noch zu 2′ 54″, ungefähr wie Ptolemäus.

§. 12.

Ptolemäus zeigt, wie wir ſchon bemerkt haben, daß keine Finſterniß eintreten könne, wenn die Breite des Mondes größer iſt (Fig. 27.) als die Summe der Halbmeſſer des

a) Almag. Lib. V. c. 16.
b) Erläut. des 3 Abſchn. §. 14.
c) Almag. Lib. V, c. 17 und 18.

Mondes und des Schattens. In der kleinſten Entfernung des Mondes von der Erde alſo, wo dieſe Halbmeſſer nach Ptolemäus 17′ 40″ und 45′ 56″ betragen, kann es keine Finſterniß geben, wenn die Breite 1° 3′ 36″ beträgt, ſondern es findet nur eine Berührung ſtatt, die der Breite BC von 1° 3′ 56″ korreſpondirende Entfernung von dem Knoten iſt 15° 11′ a). Dieſe Entfernung iſt alſo die Gränze der Finſterniſſe.

Die Gränzen der Sonnenfinſterniſſe laſſen ſich, wegen der Parallaxe, die nach der Höhe des Mondes verſchieden iſt, nicht auf eine ſo einfache und allgemeine Art beſtimmen. Wäre keine Parallaxe, ſo würde jedesmal, wenn die Breite des Mondes kleiner iſt, als die Summe der beiden Halbmeſſer der Sonne und des Mondes eine Sonnenfinſterniß ſeyn. Da nach Ptolemäus der Halbmeſſer der Sonne immer 15′ 40″ und der gröẞte Halbmeſſer des Mondes 17′ 40″ iſt, ſo kann eine Finſterniß eintreten, wenn ſeine Breite kleiner iſt, als 33′ 20″. Allein wegen der Parallaxe ſind zwei Fälle zu bemerken. Einmal wenn der Mond nördlicher iſt, folglich immer höher über dem Horizont ſteht, als die Sonne und ſeine Parallaxe ihn der Sonne nähert. Ptolemäus berechnet die gröẞte Breitenparallaxe zu 58′, und dieſer zufolge wird alſo allemal eine Finſterniß ſeyn können, wenn die Breite des Mondes kleiner iſt als 1° 31′ 20′,; welche einer Entfernung vom Knoten von 17° 41′ entſpricht. Soll alſo eine Finſterniß ſtatt haben, ſo darf die wahre Konjunktion der Sonne und des Mondes nicht weiter als 17° 41′ vom Knoten eintreten, und die mittlere nicht weiter als 20° 41′. Der zweite Fall iſt der, wenn der Mond der Sonne ſüdlich, alſo weniger als ſie über dem Horizonte erhaben iſt und ſeine Parallaxe ihn davon entfernt; alsdann ſind die Finſterniſſe ſeltner. Es kann ſogar die Breite des Mondes null ſeyn, ohne daß eine Finſterniß eintritt, wenn nämlich ſeine Breitenparallaxe gröẞer iſt als 33′ 20″. Ptolemäus hat auch ſeine Aufmerſamkeit auf die Erſcheinungen in den Klimaten nahe am Aequator gewandt, wo ſowohl der Mond als die Sonne in ihrer gröẞten Erhöhung über das Zenith gegen Norden hinausgehen.

Alsdann nähert ſich der Mond D (Fig. 28) ungeachtet er ſich auf der ſüdlichen Seite der Sonne befindet, vermöge ſeiner Parallaxe derſelben, und Ptolemäus findet, daß in dieſem Falle die gröẞte Entfernung der Konjunktion von dem Knoten 8° 22′ und die Entfernung der mittlern Konjunktion 11° 22′ beträgt. Dieſe Beſtimmungen, welche die Neuern

a) Ibid. Lic. VI, c. 5.

wenig geändert haben a), dienen noch heutzutage bei der Berechnung der Finſterniſſe dazu, ihre Möglichkeit zu unterſuchen und unnützen Rechnungen auszuweichen.

Dieſe Erſcheinungen der Parallaxe beziehen ſich auf den nördlichen Theil der Erde. Ptolemäus ſpricht nicht von dem ſüdlichen; man glaubte kaum, daß er bewohnt ſeyn könne: wenigſtens waren die Bewohner deſſelben unbekannt, man ſtand in keiner Verbindung mit ihnen, und die Aſtronomie berechnete nur die Erſcheinungen der Finſterniſſe und die Veränderungen der Parallaxe für die, welche auf ihre Beobachtung aufmerkſam ſeyn konnten.

§. 13.

In den Unterſuchungen über die Finſterniſſe bemerkte Ptolemäus, zufolge ſeines Scharfſinns, eine Präciſion, die ſeine Inſtrumente nicht erreichen konnten, und die er folglich vernachläſſigen mußte. Er entdeckte die Reduktion auf die Ekliptik. Der Augenblick der Konjunktion der beiden Geſtirne iſt der, wo ſie dieſelbe auf der Ekliptik gerechnete Länge haben, und ſich in demſelben Breitenkreiſe PDB (Fig. 29) befinden. Man glaubte anfangs, der Augenblick der Konjunktion wäre, wenn die Länge der beiden Geſtirne, z. B. der Sonne und des Mondes, gleich waren. Allein dieſe Längen AD, AB werden auf zwei verſchiednen Kreiſen gerechnet, die ungefähr 5° gegen einander geneigt ſind. Sind alſo die beiden Geſtirne in demſelben Breitenkreiſe, ſo iſt der Bogen AD nicht genau dem Bogen AB gleich, ſondern um eine kleine Größe GD davon verſchieden, welche die Reduktion auf die Ekliptik iſt, d. h. die bald zu addirende bald abzuziehende Größe, um welche man die Länge des Mondes in ſeiner Bahn korrigiren muß, wenn man dieſe Länge auf die Ekliptik reduziren will. Ptolemäus findet, daß für den Mond dieſe Reduktion, wenn ſie am größten iſt, 5′ beträgt; in den Finſterniſſen aber niemals größer als 2′ iſt. Es ergiebt ſich alſo daraus in der Rechnung niemals ein Fehler von mehr als ein Sechszehntel einer Stunde oder ungefähr 4′ b). Auch bemerkt er, daß die Mitte einer Mondſinſterniß ſtreng genommen nicht der Augenblick ſei, wo der Mond der Sonne gegenüber ſteht, weil wegen der ungleichen Bewegung der Sonne und des Mondes, die beiden Hälften des Theils der Mondsbahn, der ſich im Erdſchatten befindet, nicht in gleicher Zeit durchlaufen werden. Er hält jedoch den Unterſchied dieſer beiden Augenblicke für ſo gering, daß er für unſern Beobachtungen verſchwindet c).

a) M. de la Lande, Aſtronomie, art. 1759.
b) Almag. Lib. VI, c. 7. c) Ibid. c. 9.

Alle dieſe ſcharfſinnigen und ſorgfältigen Bemerkungen verrathen einen vollkommnen Aſtronomen. Denn, um ein ſolcher zu ſeyn muß man ſich aller bekannten Elemente bedienen, oder wenigſtens anzeigen, warum man es nicht gethan hat.

§. 14.

Einer Stelle von Ptolemäus zufolge rechneten die alten Aſtronomen die verfinſterten Zolle nicht, wie wir jetzt thun, in Beziehung auf den in 12 Theile getheilten Durchmeſſer, ſondern in Beziehung auf die Fläche der Scheibe; daß alſo, nach ihnen, ein Zoll der zwölfte Theil dieſer Scheibe war. So ſonderbar dieſe Methode auch iſt, ſo ſcheint man ſie doch aus Ptolemäus Worten ſchließen zu müſſen. Verum quoniam plurimi eorum, qui eclipticas ſignificationes obſeruant, non per diametros circulorum magnitudines obſeruationum metiuntur, ſed per totas ipſarum ſuperficies, quoniam viſus ſecundum objectionis totum ipſum quod apparet comparat non apparenti. Hiezu kommt noch, daß Ptolemäus, der ſich nur der Abtheilung der Zolle auf dem Durchmeſſer gerechnet, bedient, eine Rechnung und Tabellen giebt, um die eine von dieſen Rechnungsarten auf die andere zu reduziren. Wir begreifen nicht, wie die Alten das Verhältniß des hellen Theils des verfinſterten Mondes zu ſeiner ganzen Scheibe, nach dem, was wir ſo eben davon geſagt haben, beſtimmen konnten. Die Zolle der Beobachtungen der im Almageſte angeführten Finſterniſſe ſind jedoch nach Theilen des Durchmeſſers geſchätzt worden a). Ptolemäus hatte ſie auf ſeine Rechnungsart, die heutzutage die unſrige iſt, reduzirt.

§. 15.

Jetzt wollen wir eine Vorſtellung von ſeiner Methode geben, die Finſterniſſe zu berechnen, und zwar zuerſt von den Mondfinſterniſſen handeln b). Er berechnete für den Meridian des Orts den Augenblick der wahren Oppoſition, und die Entfernung des Mondes von dem Knoten, aus dieſer Entfernung fand er in den dazu berechneten Tafeln, die Anzahl der Zolle der Finſterniſſe, und die Zeit, die der Mond zwiſchen ſeinem Eintritte in den Schatten und ſeinem Heraustreten aus demſelben gebrauchte, was er tempus incidentiae et repletionis nannte. Dadurch fand er die Zeit der Dauer in dem Schatten, wenn die Finſterniß mehr als total war. Auf die Art hatte er alle merkwürdigen Zeitpunkte: die Zeit des Anfangs der Finſterniß, der totalen Immerſion, des

a) Ibid. Lib. V, c. 14 und an andern Orten.
b) Ibid. Lib. VI, c. 9.

Anfanges der Emerſion und den Zeitpunkt des Endes der Finſterniß. Er berechnete die in den dazu nöthigen Tabellen enthaltene Größen auf folgende Art. Der Durchmeſſer des Schattens, der Durchmeſſer des Mondes, und ſeine Länge und Breite waren ihm bekannt; er hatte alſo auch den Theil des Durchmeſſers, der in den Schatten trat. Folglich waren ihm 1) die Anzahl der verfinſterten Zolle; 2) die Entfernung (Fig. 30.) des Mittelpunkts G des Mondes von dem Mittelpunkte A des Schattens gegeben. Nun ſeien die Punkte B und D die Oerter des Mittelpunktes des Mondes im Augenblicke des Anfanges und Endes der Finſterniß; folglich AB und AD, jede gleich der Summe der Halbmeſſer des Mondes und des Schattens. In den rechtwinklichten und gleichen Dreiecken, ABG, ADG, wo AD, AG, AB bekannt waren, berechnete er leicht BG oder die ihr gleiche Linie GD, welche von dem Augenblicke der Oppoſition abgezogen oder zu dieſem Augenblicke hinzugefügt die Zeitpunkte des Anfangs und Endes der Finſterniß gab.

Trat eine totale Finſterniß, mit Dauer im Schatten, ein, ſo hatte er, wenn er annahm, daß für die totale Immerſion der Mond in E, und für den Anfang der Emerſion in F war, AE, AF jede gleich dem Halbmeſſer des Schattens, weniger dem Halbmeſſer des Mondes, und daraus leitete er alſo den Werth von EG und der ihr gleichen Linie GF her. Dieſe Bögen BG, EG, etc. vermehrte er um ein Zwölftel, weil der Mittelpunkt des Schattens nicht in Ruhe iſt, und ſeine Bewegung, die durch die Bewegung der Sonne verurſacht wird, ungefähr zwölmal kleiner iſt, als die Bewegung des Mondes a); darauf reduzirte er dieſe Bogen, wegen der Bewegung des Mondes, auf Zeit. Ptolemäus Genauigkeit ging ſogar ſo weit, daß er zu dieſer Reduktion die wahre Stundenbewegung des Mondes berechnete, um auch die kleinen Ungleichheiten, welche in der Zwiſchenzeit einer Finſterniß ſtatt finden konnten, mit in Rechnung zu bringen.

§. 16.

Was die Sonnenfinſterniſſe betrifft, ſo ſuchte er durch die Tabellen die Stunde vor oder Nachmittage der wahren Konjunktion. Aus der Länge des Mondes und ſeiner Entfernung vom Meridiane fand er in den für jedes Klima ein-

a) Wir wiſſen nicht, warum Ptolemäus hier ein Zwölftheil für die Bewegung der Sonne hinzufügt, da er doch c. 5 deſſelben Buchs VI. ſagt, daß die mittlere Bewegnng des Mondes dreizehn mal größer iſt als die Bewegung der Sonne, was weit genauer iſt. Das Verhältniß, was Ptolemäus hier zum Grunde legt, iſt nur wahr, wenn der Mond in ſeiner Erdferne, und ſeine Bewegung am langſamſten iſt.

gerichteten Tabellen die Entfernung LZ (Fig. 31.) des Mondes vom Zenith und den Winkel LDN der Ekliptik mit der Vertikale. Aus der Tabelle der Verſchiedenheiten der Aſpekten, d. i. der Parallaxen, hatte er die Höhenparallaxe LM, in Beziehung auf die Entfernung des Mondes vom Zenith; und vermittelſt des Winkels der Ekliptik mit der Vertikale oder ſeines Komplements DLS, reduzirte er ſie auf die Längenparallaxe AL oder BS. Vorher zog er jedoch die Sonnenparallaxe von der Mondsparallaxe ab. Die Längenparallaxe iſt die Entfernung der wahren Konjunktion von der ſcheinbaren. Wegen der Bewegung der Sonne vermehrte er ſie um ein Zwölftel. Dieſe ſo vermehrte und auf Zeit reduzirte Parallaxe gab ihm den Augenblick der ſcheinbaren Konjunktion. Er nahm von neuem in den Tabellen für dieſen Augenblick die Entfernung des Mondes vom Scheitel, den Winkel der Ekliptik mit der Vertikale und die Höhenparallaxe, und ſchloß daraus die Breitenparallaxe LE. Da er bemerkt hatte, daß die Breite des Mondes nahe bei dem Knoten ſich zur Entfernung vom Knoten ungefähr wie 1 zu 12 verhielt, ſo multiplizirt er die Breitenparallaxe mit 12 um die Größe EC zu erhalten, um welche die Parallaxe den Mond näher bei oder weiter entfernt von ſeinem Knoten erſcheinen läßt; er hat folglich alsdann die ſcheinbare Entfernung CN des Mondes von ſeinem Knoten, und wenn dieſe Entfernung innerhalb der von ihm beſtimmten Gränzen liegt, ſo ſagt er, es werde eine Finſterniß eintreten. Aus dieſer Entfernung ſucht er in einer dazu berechneten Tabelle, die der ähnlich iſt, wovon wir bei den Mondsfinſterniſſen geredet haben, die Menge der verfinſterten Zolle und der Incidenz und Repletion. Zu dieſen beiden letztern Größen fügt er ein Zwölftel wegen der Bewegung der Sonne hinzu, und reduzirt alles, wegen der wahren und wirklichen Stundenbewegung des Mondes, auf Zeit.

Ptolemäus vergißt jedoch nicht zu bemerken, daß ſich die Parallaxe während der Finſterniß beſtändig ändert, und er zeigt die Art darauf Rückſicht zu nehmen, indem er die Wirkung des Unterſchiedes der Parallaxe im Anfange, am Ende und in der Mitte der Finſterniß, für welche die erſte Berechnung gemacht worden iſt, berechnet. Die Methode, der man ſich heutzutage bedient, iſt völlig dieſelbe, nur vervollkommnet und beruhet auf denſelben Gründen.

§. 17.

Er unterſucht darauf die Linie, welche die Mittelpunkte der Sonne und des Mondes mit einander vereinigt, und die Richtung derſelben in Beziehung auf die Ekliptik und den Horizont. Indem er die Lage dieſer Linie in dem Augenblicke der

Konjunktion feſtſetzt, beſtimmt er den Winkel, den alle übrigen Richtungen mit dieſer machen, und giebt davon Tabellen a). Wahrſcheinlich war dieſer Winkel oder vielmehr dieſe Linie von einigem Gebrauche in der Aſtrologie; denn Ptolemäus ſcheint in der Abhandlung de judiciis b) darauf hingewieſen zu haben. Ohne Zweifel richteten ſich die aſtrologiſchen Prophezeihungen nach dem Punkte des Horizonts, welchem die dunkle Seite des Mondes zugewandt war. Dieſer Winkel und dieſe Linie ſind jetzt in der Aſtronomie von keinem Gebrauche, und man muß ſich ihrer auch in der alten Aſtronomie nicht bedient haben, denn Ptolemäus ſelbſt ſcheint nicht ſehr darauf zu achten. Kepler hat jedoch ihrer erwähnt, und die Methode gegeben, ſie zu beobachten, und aus ihnen Reſultate zu ziehen.

§. 18.

Wir wenden uns jetzt zu einer etwas umſtändlichen Erklärung der Theorie der Planeten nach der ptolemäiſchen Hypotheſe, einer Hypotheſe, die immer einige Aufmerkſamkeit verdient, da ſie faſt auf der ganzen Erde vierzehn Jahrhunderte hindurch angenommen und kommentirt worden iſt.

Ptolemäus gerieth beim Nachdenken über die Ordnung der Planeten, wegen der beiden kleinſten, der Venus und dem Merkur, ſehr in Verlegenheit. Er bemerkte, daß ſie keine Parallaxe hatten, und doch ſetzte er ſie unter die Sonne. Geber c) beſchuldigt ihn hier ohne Grund eines Widerſpruchs. Venus und Merkur, ſagt er, müßten, da er ſie unter die Sonne ſetzte, eine größere Parallaxe haben als die Sonne, die nach Ptolemäus eine Parallaxe von etwa 3′ hat; und aus den von ihm ſelbſt beſtimmten Entfernungen der Venus und des Merkurs in der Erdnähe folge, daß der erſte Planet eine Parallaxe von 3′ und der zweite eine von 7′ habe. Offenbar war Ptolemäus Meinung nicht, daß dieſe Planeten durchaus keine Parallaxe hätten, ſondern daß ſie für die damaligen Beobachtungen, deren Genauigkeit wir ungefähr auf 5′ beſtimmt haben, unmerklich wäre. Auch hätte Ptolemäus, um die Wirkung der Parallaxe bemerken zu können, Beobachtungen haben müſſen, worauf ſie Einfluß hatte, und andere, die davon frei waren, was bei Merkur, der ſich nur ſehr wenig über den Horizont erhebt, nicht der Fall ſeyn kann.

Die größte Schwierigkeit machte ihm die Erklärung der beiden Umläufe der Planeten ſowohl in Beziehung auf die

a) Almag. Lib. VI, c. 11, 12 et 13. Riccioli, Almag. Tom. I, p. 315.
b) Aſtron. optic. p. 360 et 407.
c) Geberi, Comment. in Almag. Riccioli, Almag. Tom. I, p. 494.

Sonne, als auf den Thierkreis. An dieſer Unterſuchung hatten, wenn man ſich auf Ptolemäus a) verlaſſen darf, ſelbſt die Aſtronomen vor Hipparch ihren Scharfſinn geübt. Vielleicht war Soſigenes einer von denen, worauf Ptolemäus hinwies. Sie hatten verſucht die Bewegungen der Planeten durch Hypotheſen vorzuſtellen, und Tafeln dafür zu berechnen, die ſie mit dem ſtolzen Titel immerwährender Tabellen ſchmückten. Wahrſcheinlich waren dieß Ephemeriden; allein zum Theil haben ſie ſelbſt nicht einmal den Anfang machen, zum Theil die unternommene Arbeit nicht vollenden können. Wir wollen nun das Verfahren des Ptolemäus mittheilen, aus den Beobachtungen die Abmeſſungen aller Kreiſe herleiten, in welche er die Bewegungen der Planeten einſchloß, und die Abänderungen beſchreiben, die er, um alle Erſcheinungen zu erklären, zuweilen mit dieſer allgemeinen Hypotheſe vorzunehmen ſich genöthigt ſah.

§. 19.

Der Anfang mag hier, wie beim Ptolemäus ſelbſt, mit dem Merkur geſchehn. Man kann ihn nicht anders ſehen, als wenn er ſich von der Sonne entfernt, und dieſe Abſchweifungen und vorzüglich die größten ſind zur Beobachtung nützlich. Dieſe Digreſſionen waren, nach der Meinung des Ptolemäus, eine Folge von der Bewegung in dem Epicykel. Er ſetzte anhaltend die Beobachtung derſelben fort, und bemerkte, daß die größten von dieſen Digreſſionen nicht immer gleich waren; er ſchrieb dieß der Bewegung im excentriſchen Kreiſe zu. Unter dieſen größten ungleichen Abſchweifungen wählte er die Größte und die Kleinſte. Die eine ſtellte er durch den Winkel DBG (Fig. 32.) vor, der aus der Erde B geſehen wird, und die andere durch den Winkel ABE; aus den Größen dieſer beiden Winkel leitet er die Verhältniſſe von AE zu AB, und GD zu BG; und folglich, weil AE gleich GD, auch das Verhältniß AB zu BG wie 120 zu 99 oder wie 69 zu 57 her b).

Da Merkur durchaus diesſeits der Sonne ſeyn und ſich um die Erde drehen mußte, ſo folgte daraus, daß Merkur ſich zweimal in der Erdnähe und zweimal in der Erdferne befand c). Nimmt man die Konjunktionen mit der Sonne aus, die damals nicht ſichtbar waren, ſo iſt es gewiß, daß es in jeder von dieſen öſtlichen und weſtlichen Abſchweifungen einen Punkt giebt, wo Merkur der Erde gleich weit von ihr entfernt iſt. Ptolemäus nahm, wie er für den Mond gethan hatte, einen

a) Almag. Lib. IX, c. 2.
b) Almag. Lib. IX. c. 8. c) Ibid.

kleinen Kreis ONHK (Fig. 32.) an, auf welchem der Mittelpunkt des excentriſchen Kreiſes durch eine der Bewegung des Mittelpunkts des Epicykels entgegengeſetzte Bewegung fortgeführt wurde. Daraus folgt, daß die Erde von dem Merkur nicht ſo weit entfernt iſt, wenn ſich der Mittelpunkt des Epicykels in L als wenn er ſich in G befindet; weil im erſten Falle der Mittelpunkt des excentriſchen Kreiſes in K und im zweiten in H iſt: da nun KL und HG immer gleich angenommen werden, ſo iſt BL kürzer als BG. Auf der andern Seite giebt es einen Punkt N, wo daſſelbe ſtatt finden muß, und wo Merkur ſich zum zweiten male in der kleinſten Entfernung von der Erde befindet. Eben ſo iſt er zweimal in ſeiner größten Entfernung.

§. 20.

Dieſe Punkte wurden die Erdnähen und Erdfernen des Epicykels genannt; es gab zwei andere Punkte A und G, wo der Mittelpunkt des Epicykels am weiteſten von der Erde entfernt und ihr am nächſten war, die man die Erdferne und Erdnähe des excentriſchen Kreiſes nennen könnte. Ptolemäus beſtimmte ſie a), indem er unter den größten Abſchweifungen zwei gleiche wählte, eine öſtliche und eine weſtliche. Das Mittel zwiſchen dieſen beiden Längen des Merkurs gab ihm den Ort der Erdnähe, und zwei gleiche Abſchweifungen unter den kleinſten gewählt, gaben ihm den Ort der Erdferne. Man ſieht, daß dieſe beiden Punkte in der Ekliptik um 180° von einander entfernt ſeyn müſſen; aber man begreift auch, daß durch ſo ſchwierige und mit Inſtrumenten, die keine große Genauigkeit gaben, angeſtellte Operationen, ſich einiger Unterſchied finden mußte. Dieß iſt jedoch nicht der Fall, und man kann ſich des Verdachts nicht enthalten, daß Ptolemäus ſeine Beobachtungen in ſeinem Kabinette korrigirte, um ſie mit ſeinen Hypotheſen übereinſtimmen zu laſſen. Ohne Mühe findet er zwei vollkommen gleiche Abſchweifungen, er macht niemals eine Reduktion, indem er die Bewegung des Merkurs mit in Rechnung bringt, um ſie auf dieſe Gleichheit zu bringen. Wie groß auch die Vortheile eines heitern Himmels ſeyn mögen, ſo iſt es doch nicht ſehr wahrſcheinlich, daß man immer die Beobachtungen ſo hat, wie man ſie haben will. Wenn er aus dieſen Beobachtungen die Längen der Erdferne und Erdnähe ſchloß, ſo fand er ſie genau und ohne Unterſchied um 180° von einander entfernt. Vermittelſt alter Beobachtungen berechnet er die Lage der Abſidenlinie 400 Jahre vor ihm, und findet, daß ſie in dieſer Zeit um 4° vorgerückt iſt; dieß war

a) Ibid. c. 7.

genau das Rückwärtsgehen der Aequinoktialpunkte; er hatte 7° mehr finden müſſen. Wer ſieht nicht, daß er davon nur viere fand, weil er ſich einbildete, daß dieß wegen der Bewegung der Aequinoktialpunkte ſo ſeyn müßte, und daß er nicht mehr finden wollte, weil eine eigenthümliche Bewegung der Abſidenlinie ihn in eine neue Erklärung würde verwickelt haben.

§. 21.

Es iſt zu bemerken, daß bei dieſer von Ptolemäus erfundenen Merkurstheorie es zwei Excentricitäten BF und CF gab. In der Mondstheorie, wo ſich Ptolemäus ungefähr deſſelben Kunſtgriffs bediente, giebt es nur eine; der Mittelpunkt des excentriſchen Kreiſes, der auf dem kleinen Kreiſe CKHN fortgeführt wird, dreht ſich um den Mittelpunkt B der Erde und der Welt. Hier könnte er in einer Entfernung BH vor der Erde vorbei; in der Mondstheorie hatte es Ptolemäus nur mit der Excentricität dieſes Planeten zu thun; hier hat die Excentricität der Erde eine Wirkung, die ſich mit der des Merkurs verwickelt; und deswegen war Ptolemäus gezwungen, den kleinen Kreis CKHN von dem Mittelpunkte B zu entfernen. Hätte ſich dieſer Punkt B in dem Umfange des Kreiſes befunden, ſo würde es keine zwei Erdfernen und zwei Erdnähen gegeben haben; die kürzeſte Entfernung würde BG geweſen ſeyn. Die Entfernung des Merkurs von der Erde verändert ſich wirklich; 1) im Verhältniſſe ſeiner Entfernung von der Sonne, je nachdem er auf dieſer oder jener Seite iſt; 2) im Verhältniſſe ſeiner Excentricität; 3) im Verhältniſſe der Excentricität der Erde. Auch ſieht man, daß ſeine Entfernung in der gegenwärtigen Theorie ſich im Verhältniſſe des Durchmeſſers des Epicykels, des Durchmeſſers des kleinen Kreiſes und der Entfernung BH verändert. Alles dieß geſchieht nicht in den Verhältniſſen, in denen es geſchehen ſollte; aber die Merkurstheorie iſt ſehr ſchwer und die Hypotheſe war von der Natur zu ſehr entfernt.

Nimmt man den Halbmeſſer des excentriſchen Kreiſes CF und FG in 60 Theile getheilt an, ſo enthält der Halbmeſſer des Epicykels $22\frac{1}{2}$, der Halbmeſſer des kleinen Kreiſes 3 und die Entfernung BH 3 ſolcher Theile.

Die Venustheorie muß viel Aehnlichkeit mit der Merkurstheorie haben. Indeß findet doch ein merklicher Unterſchied ſtatt, nämlich die Verſchiedenheit ihrer eignen Excentricitäten. Die Excentricität des Merkurs iſt ſehr groß und der Venus ſehr klein; auch ſahe Ptolemäus ein, daß er den kleinen

a) Almag. Lib. IX. Riccioli, Almag. T. I. p. 565.

Kreis CKHN entbehren könne. Er zieht die Excentricität der Venus nicht in Betracht, die die Beobachtungen ihn nicht bemerken ließen, und er achtet nur auf die Wirkung der Excentricität der Erde, indem er ſie der Venusbahn beilegt. Um ſie zu finden verfährt er auf folgende Art; nachdem er, wie in der Merkurstheorie (Fig. 33.) die Punkte H und K, die Erdferne und Erdnähe beſtimmt hatte, ſo wählte a) er zwei Beobachtungen der größten Abſchweifungen, einer öſtlichen und einer weſtlichen, welche angeſtellt wurden, wenn der Mittelpunkt des Epicykels, oder die Sonne, welche dieſelbe Bewegung hat, 90° von der Erdferne entfernt war. Dieſe beiden Abſchweifungen EDn, FDn waren ungleich, und ihr Unterſchied mDn, oder BDC war die doppelte Wirkung der Excentricität. Aus der Größe dieſes Unterſchiedes oder dieſes Winkels, der durch die Beobachtung gegeben iſt, ſchloß er das Verhältniß von BC zu BD; dieſe Excentricität BC theilte er in A in zwei gleiche Theile, wo er den Mittelpunkt der Excentricität hinſetzte, und in C den Mittelpunkt eines Kreiſes, den er den Aequanten oder den Kreis nannte, in welchem die Bewegungen in gleichen Zeiten gleich waren.

Wenn der Halbmeſſer des excentriſchen Kreiſes AH in 60 Theile getheilt wurde, ſo hielt BC $2\frac{1}{2}$, AB folglich $1\frac{1}{4}$, und der Halbmeſſer des Epicykels $43\frac{1}{4}$.

§. 22.

Man wird fragen, warum Ptolemäus ſowohl in dieſer als in allen übrigen Theorien ſich des ſogenannten Aequanten bediente, der ein bloß erdichteter und ſelbſt unnützer Kreis war, weil er nur den Mittelpunkt des excentriſchen Kreiſes an die Stelle ſetzen durfte, wohin er den Mittelpunkt des Aequanten ſetzt? Seine Hypotheſe würde mehr phyſiſch geweſen ſeyn; denn ſein excentriſcher Kreis iſt ja phyſiſch: der auf einem Epicykel fortgeführte Planet konnte es auch ſcheinen. Zu einer Zeit, wo man keinen einfachern und der Natur würdigern Mechanismus kannte, konnte man glauben, daß die Bewegungen der Planeten ſo vor ſich gingen. Aber es war dem Ptolemäus nicht unbekannt, daß dieſer Aequant nicht exiſtirte. Man kann glauben, daß er ſich aus zwei Gründen dazu beſtimmt hat b): einmal damit es einen Punkt gäbe, von welchem aus die kreisförmigen Bewegungen, d. h. die beſchriebnen Winkel in gleichen Zeiten gleich waren; denn die Alten nahmen, wie wir ſchon oft bemerkt haben, lieber zu den

a) Almag. Lib. IX, c. 3.
b) Riccioli, Almag. Tom. I, p. 513.

gezwungenſten Vorausſetzungen ihre Zuflucht, als daß ſie auf irgend eine Art dieſe Einförmigkeit aufgegeben hätten: und zweitens, weil er wollte, daß der Mittelpunkt des Epicykels in der Erdferne der Erde näher und in der Erdnähe weiter davon entfernt wäre, als die ganze Excentricität es erlaubt hätte.

§. 23.

Ptolemäus machte für die drei obern Planeten, Saturn, Jupiter und Mars, dieſelben Vorausſetzungen als für die Venus; er nahm nämlich einen Epicykel an, in welchem der Planet in Abſicht der Sonne ſeinen Umlauf vollendete; der Mittelpunkt dieſes Epicykels bewegte ſich auf dem Umfange eines excentriſchen Kreiſes um die Erde, deſſen Mittelpunkt gleich weit von dem Mittelpunkte der Erde und dem Mittelpunkte des Aequanten entfernt war, um welchen die in gleichen Zeiten beſchriebnen Bogen gleich waren.

Wir haben geſagt, daß ſich Ptolemäus der Oppoſitionen der Planeten mit der Sonne bediente; er wählte drei Beobachtungen, wie er es für den Mond gethan hatte a); die Methode würde zu weitläuftig hier zu erzählen ſeyn. Man muß nur bemerken, daß die Oppoſitionen der Planeten, die im Ptolemäus angeführt werden, in Rückſicht auf den mittlern Ort der Sonne beſtimmt ſind. Da dieſer Aſtronom die Sonne ſich auf einem excentriſchen Kreiſe bewegen läßt, der durch eine gleiche Bewegung um ſeinen Mittelpunkt beſchrieben wird, und, ſo zu ſagen, dieſen Punkt als den Mittelpunkt des Univerſums anſieht, ſo hielt er es für nothwendig, die Bewegungen aller himmliſchen Körper darauf zu beziehen, und beſtimmte daher den wahren Ort der Planeten in Beziehung auf die mittlere Bewegung der Planeten. Kepler wich zuerſt davon ab, und fühlte, daß die Oppoſitionen der Planeten mit dem mittlern Orte der Sonne uns falſche Lagen geben, die uns zu Irrthümern verleiten können b).

Ptolemäus ſchloß aus den Beobachtungen die folgenden Dimenſionen für die drei Planeten, den Halbmeſſer des excentriſchen Kreiſes in 60 Theile getheilt angenommen.

	Halbmeſſer d. Epicyk.		Entfernung d. Mittelp. d. Aequanten vom Mittelp. d. Erde		Entfernung d. Mittelp. d. exc. K. v. Mittelp. d. Erde	
♄	6 T.	30	6 T.	50	3 T.	25
♃	11	30	5	30	2	45
♂	39	30	12	0	6	0 c).

a) Oben §. 2. b) Caſſini, Elemens d'aſtron. p. 352.
c) Ptolem. Almag. Lib. X et XI.

Wir wollen nichts von dem Stillſtehen und Rückwärtsgehen ſagen, deren Dauer Ptolemäus nach ſeiner Hypotheſe berechnet. Wir haben nicht die Abſicht einen vollſtändigen Auszug aus dem Buche des Ptolemäus zu geben, ſondern wollen unſre Leſer blos mit dem Geiſte ſeiner Methoden und ſeiner Erklärungen bekannt machen; und wir glauben über dieſen Gegenſtand genug geſagt zu haben.

Hier folgen die Neigungen, ſo wie ſie Ptolemäus für jeden Planeten beſtimmt:

	Neigung des excentr. Kr.	Neig. d. Epicykels
♄	2° 26′	4° 30′
♃	1° 24′	2° 26′
♂	1° 0′	2° 15′
♀	0° 10′	2° 30′
☿	0° 45′	6° 15′ a).

§. 24.

Ptolemäus beſtätigte die fortſchreitende Bewegung der Sterne und das Rückwärtsgehen der Aequinoktialpunkte, welches Hipparch entdeckt hatte; er bemerkte, daß ſie ſeit Hipparch alle 100 Jahre einen Grad fortgerückt, und die Breiten beſtändig dieſelben geblieben wären; die Abweichungen hingegen ſich merklich verändert hätten. Dieß war alles, was Hipparch erfunden, aus Vorſicht aber noch nicht zu beſtätigen gewagt hatte.

Ptolemäus bediente ſich der Konjunktionen des Mondes mit einigen Sternen oder ihrer Okkultationen, um daraus den Ort dieſer Sterne vermittelſt des in den Tabellen berechneten Orts des Mondes herzuleiten. Da dieſe Tabellen nur zwei Gleichungen hatten, die überdieß nur in den Syzygien und Quadraturen einige Genauigkeit hatten, ſo mußte offenbar die berechnete Länge des Mondes von der wahren ſehr verſchieden ſeyn. Eben ſo waren auch die Durchmeſſer nicht ſehr genau bekannt, ſondern zu groß, allein dieß war die geringſte Quelle des Irrthums; und endlich gab die Parallaxe, die von Ptolemäus viel zu groß beſtimmt wurde, immer einen falſchen ſcheinbaren Ort. Indeß geben doch bei allen dieſen Quellen des Irrthums, die Beobachtungen, die er berechnet hat, Reſultate, deren Uebereinſtimmung uns in Erſtaunen ſetzt, und hier bemerkt zu werden verdient.

Nach einer Beobachtung von Timochares, die er im Jahr 455 Nabonaſſars anſtellte, findet er die Länge des hel-

a) Almag. Lib. XIII, c. 3.

len Sterns in den Plejaden 29° 30′ des Widders und ſeine nördliche Breite 3° 40′. Nach einer von Agrippa in Bithynien im Jahr 840 Nabonaſſars angeſtellten Beobachtung findet er dieſe Länge 3° 15′ des Stiers, die Breite 3° 40′; der Stern war alſo um 3° 45′ in 375 Jahren, und folglich 1° in 100 Jahren vorgerückt, ohne ſeine Breite verändert zu haben a).

Nach einer Beobachtung von Timochares im Jahre 454 Nabonaſſars, findet Ptolemäus die Länge der Kornähre der Jungfrau 22° 20′, die ſüdliche Breite 2°. Nach einer zweiten Beobachtung vom Jahre 466 war dieſe Länge 22° 30′ und die Breite 2°. Endlich im Jahre 845 findet man nach einer Beobachtung von Menelaus zu Rom dieſelbe Länge zu 25° 15′ und immer genau 2° Breite. Dieß iſt ein Fortſchreiten von 3° 55′ in 391 Jahren oder von 3° 45′ in 379 Jahren, was ungefähr noch 1° in 100 Jahren beträgt.

Nach einer Beobachtung des nördlichſten Sterns an der Stirn des Skorpions, welche Timochares im Jahre 464 anſtellte, fand er die Länge des Sterns zu 12° des Skorpions mit einer nördlichen Breite von 1° 20′. Aber im Jahre 845 fand er durch eine Beobachtung von Menelaus zu Rom angeſtellt die Länge deſſelben Sterns zu 15° 55′ des Skorpions und ſeine Breite 1° 20′, was noch 3° 55′ in 391 Jahren oder 1° in 100 Jahren macht.

Da dieſe Beſtimmungen ſehr wahrſcheinlich beträchtlichen Fehlern unterworfen ſind, ſowohl wegen des Fehlers der Beobachtung ſelbſt, als wegen der Ungewißheit des berechneten Orts des Mondes, ſo iſt es merkwürdig, daß ſie mit einer ſolchen Genauigkeit übereinſtimmen; und man kann nicht umhin zu glauben, daß Ptolemäus die Rechnung nach ſeinen Reduktionen eingerichtet hat, um in ſeine Reſultate mehr Uebereinſtimmung zu bringen, und den Folgen, die er über die Natur und Größe der Bewegung der Fixſterne daraus zieht, mehr Gewicht zu geben. Es war uns ſehr angenehm dieß Beiſpiel von einer Uebereinſtimmung geben zu können, das uns ſchon in Verwunderung geſetzt hat b); Ptolemäus bediente ſich ſicher irgend eines Betrugs um zu dieſer Einförmigkeit der Reſultate zu gelangen. Wir glauben jedoch nicht, daß weder die Beobachtungen noch die Rechnungen falſch ſind: ſeine Zeitgenoſſen würden ihn in Abſicht der Beobachtungen, die er citirte, der Unwahrheit haben beſchuldigen können; und wir ſelbſt könnten es in Anſehung der Rechnung, weil wir die Tabellen haben, woraus

a) Almag, Lib. VII, c. 3.
b) Oben §. 20.

ſie genommen ſind. Wir glauben lieber, daß er, wie wir es heutzutage machen, ſein Reſultat durch ein von einer großen Anzahl von Beſtimmungen genommnes Medium, beſtimmt hat; und daß er, um das geringe Zuſammentreffen dieſer Beſtimmungen und ihre Abweichungen zu verbergen, nur diejenigen gegeben hat, die mit dem mittlern Reſultate aller übrigen zuſammenſtimmten. Dieſe Konjektur, die ſehr natürlich iſt, ſcheint uns den Ptolemäus bis zu einem gewiſſen Punkte rechtfertigen, den Beobachtungen, die er anführt, Zutrauen geben und eine Uebereinſtimmung erklären zu können, die ſie ſonſt verdächtig machen würde.

§. 25.

Das im ſiebenten Buche des Almageſts enthaltene Sternverzeichniß enthält 1028 Sterne, ungeachtet man gewöhnlich ſagt, daß es 1022 enthalte. Dieß iſt das Verzeichniß von Hipparch, das Ptolemäus auf ſeine Zeit reduzirt hat, indem er ihre Längen um 2° 40′ vermehrte a). Die Zahl der fürs bloße Auge ſichtbaren Sterne muß nach der verſchiednen Schärfe des Geſichts und nach der Vorſicht, die man anwendet, um keinen davon entwiſchen zu laſſen, ſehr verſchieden ſeyn. Wir haben geſagt, daß man nach Plinius 1600 in 72 Sternbildern zählte b). Wenn man den Rabbinen glauben will, ſo hatten ſie 12000 gefunden c). Die Chineſer hatten ohne Teleſkope bis auf 2500 gezählt. Moeſtlin, den Kepler citirt, hat einen Geiſtlichen gekannt, der 40 Sterne in dem Schilde des Orions unterſchied, dahingegen andere kaum 11 oder 12 ſehen. Moeſtlin ſah in den Plejaden deutlich 14, wo man gewöhnlich nur 6 oder 7 ſieht d). Dieß iſt ohne Zweifel die Urſache, warum einige geſagt haben, dieß Sternbild beſtehe aus ſieben, und andere, es beſtehe aus ſechs Sternen, wie Ovid e).

Quae ſeptem dici, ſex tamen eſſe ſolent. Dieſe Verſchiedenheit rührt von der Verſchiedenheit des Geſichts her.

Eine Zählung der Sterne, bei der man gewiß war, daß man keinen ausgelaſſen hatte, war in der That nicht leicht. Wahrſcheinlich bedienten ſich Hipparch und Ptolemäus dazu irgend eines Inſtruments. Der P. Mabillon ſagt in ſeiner Reiſe nach Deutſchland f), daß er in einem alten Manuſkripte eine Figur gefunden habe, wo Ptolemäus

a) Almag. Lib. VII, c. 5.
b) Oben Erläut. des 3 Abſchn. §. 19.
c) Kepler, in diſſertatione, cum nuncio ſidereo, p. 23.
d) Kepler.
e) Faſtis, Lib. IV. v. 170.
f) Pag. 46.

vorgeſtellt ſei, wie er die Sterne durch einen langen Tubus betrachtet. Dieß Manuſkript war aus dem dreizehnten Jahrhunderte, von einem Mönche Namens Konrad, vier hundert Jahre vor Erfindung der Teleſkope geſchrieben. Man vermuthete, daß er ſie gekannt habe a); allein eine ſo ſchöne Erfindung wäre nicht ſo lange unbekannt und unfruchtbar geblieben. Man hat Grund zu glauben, daß der Mönch dieſe Figur aus irgend einem ältern Manuſkripte kopirt habe. Eben ſo findet man in China die Idee zu einem langen Tubus, der zu der Beobachtung der Geſtirne beſtimmt war b). Wir glauben, daß beide gedient haben, die Seitenſtrahlen abzuhalten um einen Gegenſtand deutlicher zu ſehen, und daß Ptolemäus und Hipparch ſich dieſes Inſtruments bedienten, die Sterne zu zählen, und ſie von einander zu unterſcheiden. Dieß war das Mittel die kleinern Sterne der ſechsten Größe zu bemerken. Man weiß aus der Erfahrung, daß dieſe Röhren ſelbſt, wenn ſie nur von Papier ſind, das Sehen erleichtern c). Man findet noch den Gebrauch dieſer Röhren im zehnten Jahrhunderte. Als ſich Gerbert, der hernach Pabſt war, zu dem Kaiſer Otto III. begeben hatte, kam ſein Schüler nach Magdeburg, wo er eine Uhr verfertigte, nachdem er den Polarſtern vermittelſt eines Tubus beobachtet hatte d). Dieſer Tubus iſt ſehr merkwürdig. Man hat fälſchlich geglaubt, daß es Gläſer waren e). Nach der Zeit, da wir dieſe Idee von dem Gebrauche der Röhren gehabt haben, ſind wir noch mit einer Stelle von Geminus f) bekannt worden, die es zu beweiſen ſcheint: Geminus ſagt, wenn er von der täglichen Bewegung der Sterne in Kreiſen redet: Quod vero circularem (mundus) faciat motum, ex eo manifeſtum eſt, quod omnes ſtellae ex eodem loco oriantur, et in eundem locum occidant. Praeterea etiam per dioptra omnes ſtellae ſpectatae videntur circularem motum in tota circumductione dioptrorum. Die von Hipparch erfundene Dioptra g)

a) Man hat geglaubt, das Porta (Mag. nat. Lib 17, c. 11) von dem Tubus des Ptolemäus geredet hatte. Es iſt wahrſcheinlicher, daß er eine Art von Vergrößerungsglas oder Spiegel gemeint habe, der auf den Leuchtthurm von einem Ptolemäus, einem Könige von Aegypten, geſetzt war, vermittelſt deſſen man die Schiffe auf dem Meere 60 oder gar 600 Meilen weit ſehen konnte; aber alles dieß iſt dunkel und hat keine Autorität. (Hiſt. Acad. Inſcript. Tom. I. p. 111.)

b) Geſch. der Sternk. des Alterth. 2 B. 120 S.

c) Philoſoph. Tranſact. an. 1668 n°, 37 et 39.

d) Hiſt. lit. de la France, T. VI, am Ende.

e) Mem. Acad. Inſcript. T. XX, p. 450.

f) Geminus, c. X. Uranol. p. 42.

g) Oben Erläut. des 3 Abſchn. §. 15.

beſtand aus einem aus zwei Linealen gebildeten Winkel, der dazu diente, den Durchmeſſer der Geſtirne zu faſſen, um ihn zu meſſen; dieß Inſtrument meinte Geminus nicht. Man zieht aus dieſer Stelle zwei wichtige Schlüſſe, einen, daß die Alten ſich langer Röhren bedienten um die Sterne zu betrachten und zu zählen; per dioptra omnes ſtellae ſpectatae: einen andern, daß dieſe Röhren ohne Zweifel auf Aequatorialarmillen befeſtigt waren, um der täglichen Bewegung der Sterne zu folgen, in tota circumductione dioptrorum: der Name dieſer langen Röhre war Dioptra; dieß zeigt ſeinen Zweck an, weil das Wort im Griechiſchen Durchſehen bedeutet. Dieſe Röhre diente vielleicht auch zur Beobachtung der Mondsfinſterniſſe.

§. 26.

Dieſe 1028 Sterne ſind in 16 der erſten Größe, 46 der zweiten, 208 der dritten, 474 der vierten, 217 der fünften, 9 dunkle, 5 neblichte eingetheilt, ohne das Haupthaar der Berenice zu rechnen, welches einen hellen und zwei dunkle Sterne enthielt. Wir wiſſen nicht, was Ptolemäus unter dieſen dunklen Sternen verſtand; aber es iſt ſehr merkwürdig, daß die Alten die 5 Nebelſterne mit bloßem Auge haben ſehen können. Es iſt zu bemerken, daß es unter den Nebelſternen dreierlei Arten giebt, ſolche, die ein weißliches und glänzendes Anſehen haben, wie die Milchſtraße; andere, welche aus einem Haufen von Sternen beſtehen; und endlich die, welche gemiſcht ſind, und zu beiden von dieſen Arten gehören. Unter den Nebelſternen im ptolemäiſchen Sternenverzeichniſſe ſind zwei von den beiden letztern Arten. Der Nebelſtern des Krebſes iſt ſeit der Entdeckung der Fernröhre für einen Haufen Sterne erkannt worden. Der Nebelſtern im Orion iſt ein ziemlich beträchtlicher weißlicher Raum, in welchem man ſieben kleine Sterne unterſcheidet a). Dieſe beiden Nebelſterne konnten ſehr leicht bemerkt werden; das Licht der kleinen vereinigten Sterne macht ſie ſichtbar; aber daß man die drei andern bemerkt hat, iſt außerordentlich. Der Nebelſtern des Perſeus iſt ſo bezeichnet, wie der in den Verzeichniſſen von Ulug-beigh, Tycho und dem Landgrafen von Heſſenkaſſel; aber man findet ihn in den Verzeichniſſen von Hevel und Flamſtead als einen einfachen Stern von der ſechsten oder ſiebenten Größe wieder: ſollte er abnehmen, ſollte er ſeit Hipparch und Ptolemäus ſeinen Nebel verloren haben, oder iſt es wohl gar nur eine Täuſchung ihres Geſichts? Der Nebelſtern, der unter den unförmlichen Sternen des Skorpions bemerkt

a) La Lande, Aſtron. art. 837.

wird, findet ſich in keinem andern Verzeichniſſe als in dem von Ulug-beigh. In dem britanniſchen Verzeichniſſe findet man zwei Sterne an der Spitze des Schwanzes des Skorpions, mit ν bezeichnet, der eine von der dritten, der andere von der vierten Größe. Man wird die beiden vereinigten Sterne für einen Nebelſtern gehalten haben, oder der Nebelſtern muß verſchwunden ſeyn. Am merkwürdigſten aber iſt der Nebelſtern, den Ptolemäus als doppelt in dem Auge des Schützen bemerkt, und der ſich wirklich in dem brittiſchen Verzeichniſſe befindet. Dieſe Nebelſterne ſind darin als Sterne der fünften und ſechsten Größe bemerkt worden. Wie rein mußte alſo die Luft in dieſen für die Aſtronomie günſtigen Klimaten ſeyn, da man mit bloßem Auge einen Nebelſtern von der ſechsten Größe ſehen konnte. Vielleicht waren auch dieſe Nebelſterne damals größer und ſichtbarer. H. v. Mairan vermuthete, daß dieſe Veränderungen möglich ſeien a).

§. 27.

Unter der Zahl von 1028 Sternen ſind ungefähr 106, die nicht in den Sternbildern begriffen ſind, und unförmliche Sterne genannt werden. Aus dieſen unförmlichen Sternen haben die Neuern die Sternbilder zuſammengeſetzt, die ſie den ptolemäiſchen Sternbildern hinzugefügt haben. Ein Beweis von den großen Veränderungen, die dieſe Sternbilder zur Zeit dieſes Aſtronomen gelitten haben, iſt, daß man unter den unförmlichen ſeines Verzeichniſſes Sterne der dritten und zweiten Größe findet. Selbſt Arktur, ein Stern erſter Größe, iſt nicht unter den Sternen des Bärenhüters begriffen, ſondern gehört unter die Zahl der Unförmlichen, die ſich neben ihm befinden; nichts iſt natürlicher als dieß. Die Sterne der erſten Größe, die merkwürdiger ſind als alle übrigen, ſind der Urſprung der Sternbilder geweſen. Um ſie herum hat man die Sterne geordnet b); da aber die Bewegung der Sterne in der Länge ihre Lage in Abſicht der Koluren verändert hat, ſo hat man die Sternbilder nach den alten Beſchreibungen, ſo gut man konnte, gezeichnet; und um dieſe alten Beſchreibungen mit den neuern Erſcheinungen in Uebereinſtimmung zu bringen, hat man die Figuren verändert, und einen ſehr ſchönen Stern, der vielleicht urſprünglich den Mittelpunkt davon einnahm, auſſerhalb dieſer Figuren geſetzt.

§. 28.

Was Ptolemäus betrifft, ſo nahm er mit den 49 Sternbildern des Hipparch keine großen Veränderungen vor;

a) Aurore boreale, p. 262. Memoires de l'Academie des Sciences, 1759, p. 465.

b) Geſch. der Sternk. des Alterth. 2 B. 350. S.

er reduzirte ſie auf 48. In der nördlichen Halbkugel zählte er das Haupthaar der Berenice nicht mit, und zertheilte das Sternbild des Pferdes in zwei, das große und kleine Pferd. Auf die Art zählte er wie Hipparch 21 nördliche Sternbilder; die Bilder des Thierkreiſes ließ er ungeändert. In der ſüdlichen Halbkugel ließ er das Sternbild weg, das Hipparch den Fluß, der aus dem Waſſermanne fließt, genannt hatte, er vereinigte es mit dem Sternbilde des Waſſermanns, und in dieſem Theile des Himmels zählte er nur 15, da Hipparch 16 gezählt hatte.

Man ſagt, daß das Haupthaar der Berenice nicht im Ptolemäus vorkömmt. Es iſt wahr, es befindet ſich nicht in der Anzahl der Sternbilder, in welche er den Himmel eintheilt; indeß iſt es doch älter als dieſer Aſtronom a). Ptolemäus ſelbſt erwähnt deſſelben. Unter den unförmlichen Sternen ſind drei Sterne um den Löwen, wovon der eine ſehr glänzend iſt, den er πλόκαμος nannte, lateiniſch Cincinnus. Offenbar hat er von dem Haupthaar der Berenice reden wollen. Er hat die Prinzeſſinn nicht nennen wollen; vielleicht glaubte er, daß das Haupthaar der Berenice ſie genug bezeichnete. Allein er hat kein beſonderes Sternbild daraus gemacht, und auf die Schmeichelei, der zu folge das Opfer, welches die Königinn mit ihrem Haupthaar gemacht hatte, an dem Himmel geheiligt war, keine Rückſicht genommen.

§. 29.

Ptolemäus hatte, wie Hipparch b), eine Himmelskugel verfertigt c), woran er die Sterne und Sternbilder geſetzt hatte. Der Grund war dunkel, ſo wie der Grund des Himmels bei der Nacht; die Sterne waren von einer, ihrer Größe angemeſſenen Farbe, und die Sternbilder wenig von dem Grunde verſchieden. Die Dimenſionen dieſer Kugel ſind uns nicht gegeben; aber wahrſcheinlich war ſie ſehr groß, denn ſonſt würde man die auf die Art durch Farben klaſſifizirte Sterne ſchwer v. einander haben unterſcheiden können. Sie iſt weiter nicht merkwürdig, als daß er den erſten Grad der Eintheilung der Ekliptik in dem Punkt geſetzt hat, der der Länge des Sirius entſpricht, weil wegen des Rückwärtsgehens der Aequinoktialpunkte der Ort der Sterne auf dieſelbe nicht mehr bezogen werden konnte.

Von allen Kreiſen der Sphäre war ohne Zweifel keine darauf gezogen als die Ekliptik; denn er ſagt, daß er es nicht

a) Oben 1ſter Abſchn. §. 28. und Erläut. deſſelb. Abſchn. §. 21.
b) Oben 4 Abſchn. §. 26.
c) Almag. Lib. VIII. c. 3.

vortheilhaft gefunden habe, die Punkte der Nachtgleichen und Solſtitien darauf zu bemerken, weil ſich die Beziehungen der Sterne auf dieſe Punkte beſtändig änderten; die Koluren waren alſo nicht auf die Kugel gezeichnet. Er wollte den Gebrauch ſeines Globus ewig machen, er wollte, daß die Erſcheinungen darauf eben ſo unveränderlich wären, als die Erſcheinungen des geſtirnten Himmels. Aber man kann daraus vermuthen, daß er und Hipparch dieſe Veränderung der Länge der Sterne nicht als die Wirkung einer ihnen eigenthümlichen Bewegung, ſondern, wie dieß wirklich der Fall iſt, als eine Folge des Rückwärtsgehens der Aequinoktialpunkte, was auch die unbekannte Urſache davon war, angeſehen haben. Wir haben ſchon oben a) etwas geſagt, was dieß beſtätigen kann.

Indeß rechnet Ptolemäus in ſeinem Verzeichniſſe von dem Frühlings-Nachtgleichepunkte oder von dem erſten Grade des Widders an, indem er bemerkt, daß man für künftige Zeiten die Länge in dem Verhältniſſe 1° in 100 Jahren vermehren müſſe b); er ſcheint alſo gewiſſermaßen auf den 1° des Widders den Punkt zu ſetzen, von welchem an man die Längen rechnen muß. Er iſt alſo der Erfinder dieſes Gebrauchs, den ſeit ſeiner Zeit die Aſtronomen beſtändig befolgt haben.

§. 30.

Es leidet keinen Zweifel, daß Ptolemäus einige Wirkungen der Refraktion gekannt hat; er iſt ſogar nicht der erſte: dieſe Kenntniß war wenigſtens zwei hundert Jahre älter. Wir haben gezeigt, daß Poſidonius und Kleomedes davon geredet haben c). Kepler d) glaubt, daß die Alten die Refraktion gekannt haben. Dieß ſcheinen ihm mehrere Stellen zu beweiſen, unter andern eine Stelle von Martianus Capella, die hier folgt: Sol enim in nullam (zodiaci) excedens partem, in medio libramento fertur, abſque ipſo librae confinio. Nam ibi ſe aut in auſtrum aquilonemue deflectit ad dimidium fere momentum e). Wenn Momentum hier Grad bedeutet, was wohl ſeyn könnte, ſo kann man die Wirkung und Größe der Refraktion nicht beſſer ausdrücken; nur begreift man nicht gut, wie die Sonne gegen Mittag fortbewegt würde. Die Wirkung der Refraktion in unſrer Hemiſphäre bringt ſie immer gegen Norden. Da übrigens Ptole-

a) Oben 4 Abſchn. §. 29.
b) Almag. Lib. VII, c. 5.
c) Oben 4 Abſchn. §. 37 u. 40.
d) Kepler Paralip. ad Vitel. p. 150.
e) Mart. Capella, Lib. VIII.

mäus vor Martianus Capella lebte, ſo verliert er dadurch nicht.

Ptolemäus hatte ein Werk über die Optik geſchrieben, worin dieſe Lehre entwickelt war. Dieß läßt eine Stelle von Roger Baco, die Montucla citirt, vermuthen. "Nach „dem Baco a) bemerkt hat, daß man ſich in dem Orte der „Geſtirne nahe am Horizonte irre, nachdem er ſelbſt es durch „Beobachtung zu beweiſen geſucht hat, fügt er die Worte hinzu; „ſic autem Ptolemaeus in Lib. V de opticis, et Alha„zen in VII. Der letzte lehrt wirklich in der angeführten „Stelle, dieſelbe Lehre; er erklärt, auf welche Art man ſich „davon durch Beobachtung überzeugen könne; und giebt zur „Urſache dieſer Refraktion den Unterſchied der Durchſichtigkeit „der Luft an, die uns unmittelbar umgiebt, und des Aethers „über derſelben" b). Es iſt gewiß, daß Ptolemäus an mehrern Stellen des Almageſts von der Verſchiedenheit redet, die in den Beobachtungen durch die Veränderung der Atmoſphäre hervorgebracht wird c); aber wahrſcheinlich meinte er nur die Dünſte, die ſich in der Luft erheben, ihr ihre Durchſichtigkeit rauben und die Planeten und Sterne des Morgens am Horizonte zur Zeit ihres Sichtbarwerdens nicht ſo deutlich ſehen laſſen. Die Stelle von Baco beweiſet, daß Ptolemäus die Refraktion gekannt, und vielleicht ihre Wirkungen beſchrieben hat; aber wir glauben nicht, daß die Methode ſie durch Beobachtung zu beſtimmen von ihm iſt, denn er würde ſie gewiß in ſeinem Almageſte erklärt haben. Auch hatte er zu viel Genie, als daß er nicht ſo gleich ſollte bemerkt haben, daß man die beobachteten Entfernungen vom Zenith wegen der Wirkung der Refraktion korrigiren müßte, wie er ſie wegen der Wirkung der Parallaxe korrigirt hatte.

§. 31.

Ptolemäus iſt, nach der allgemeinen Meinung, der erſte, der Tabellen von der Bewegung der Planeten berechnet hat, aus welchen man ihre vergangene, gegenwärtige und künftige Lage finden kann. Nimmt man die Tabellen der Indianer aus, die wir für weit älter halten, ſo ſind gewiß die Tabellen der Sonne, des Mondes und der fünf Planeten, wie auch die andern Hülfstabellen des Almageſts, die erſten und einzigen, die wir noch beſitzen. H. Weidler lobt den Ptolemäus, daß er dieß große Werk zu unternehmen gewagt hat. Grade deswegen, weil das Werk zu groß iſt,

a) Opus majus, edit. 1733, p. 79 et 399.
b) Hiſtoire des mathém. Tom. I, p. 308.
c) Almag. Lib. VII, c. 6.

können wir es ihm nicht ganz zuſchreiben. Die erſten Unternehmungen ſind nicht ſo groß; man macht eine große Strecke Landes nicht auf einmal, ſondern ſtückweiſe urbar. Wir glauben, daß die Sonnen- und Mondstafeln, wie wir ſchon bemerkt haben a), von Hipparch ſind; Ptolemäus machte die Planetentheorie vollſtändig: aber man muß bemerken, daß, wenn er auch der erſte war, der in der Unternehmung ihre Bewegung durch Hypotheſen vorzuſtellen, glücklich geweſen iſt, er doch nicht der erſte war, der es verſuchte, noch der erſte, der Tabellen verfertigte; er ſagt es ſelbſt b): aber weder dieſe Tafeln, noch irgend Nachrichten von ihrer Verfertigung, ſind bis zu uns gekommen.

§. 32.

Suidas c) erzählt, daß Ptolemäus zwei Bücher unter dem Titel de apparentiis et ſignificationibus, d. h. von dem Aufgange und Untergange der Sterne und dem Zuſtande der Atmoſphäre, der ſie begleiten muß, hinterlaſſen hat: Uſſerius ſagt ſelbſt, daß er vier Bücher geſehen habe, die man mit dem Namen Ptolemäus geziert hätte. Das eine von dieſen beiden Büchern iſt das, was der P. Petau überſetzt und in ſein Uranologium mit eingerückt hat. Man hat gezweifelt, ob es wirklich von Ptolemäus ſei; aber der P. Petau entſcheidet, und, wie uns dünkt, mit Recht dafür. Das zweite exiſtirt nicht, oder es iſt das, was von Leonicus ins Lateiniſche überſetzt iſt, und ſich auch im Uranologium befindet d).

In dem erſten iſt der Aufgang und Untergang der Sterne in Beziehung auf die Tage des ägyptiſchen unbeweglichen Jahrs, das im Herbſt anfängt, und für verſchiedene Klimate bemerkt. Dieſe Klimate ſind darin durch die Anzahl der Stunden des längſten Tages bezeichnet. Das Wort hora, das faſt in jeder Zeile wiederholt wird, hat dem Pater Petau ein Räthſel geſchienen, das er ſeinen Leſern errathen läßt e); es war indeß nicht ſchwer. Man ſieht aus einer Anmerkung am Ende, daß Ptolemäus die Abſicht gehabt hat, den Parallelkreis zu bezeichnen, unter welchem die Beobachtungen ſind angeſtellt worden. Er konnte ihn nicht beſſer als durch die Stunde des längſten Tages bezeichnen, wie er ſchon in der Tabelle der Klimate des Almageſts gethan hatte. Dieß iſt nach der Bemerkung des H. Freret f) ein Beiſpiel von der Zerſtreuung,

a) Oben Erläut. des 3 Abſchn. §. 6.
b) Almag. Lib. IX, c. 2.
c) Beim Worte Ptolemäus.
d) P. 92. e) Variae diſſert. p. 417.
f) Freret, defenſe de la chronol. p. 484.

welche oft die ſcharfſichtigſten Augen abhält, die deutlichſten Sachen zu ſehen.

Die meiſten von dieſen Beobachtungen ſind unter dem Klima von 13 Stunden angeſtellt worden, welches das Klima von Meroe iſt; von 13½ Stunde, dem von Syene; von 14 Stunden, dem von Alexandrien; von 14½ Stunden, dem von Rhodus; endlich von 15 Stunden, dem Klima von Griechenland und dem Helleſpont. Es ſind auch einige darunter, die dem Klima von 15½ und 16 Stunden gehören. Das letztere iſt das Klima der Mündung des Boryſthenes oder des nördlichen Aſiens, wo nach unſerer Vermuthung die Aſtronomie in uralten Zeiten kultivirt worden iſt a).

§. 33.

Es iſt zu bemerken, daß Ptolemäus in der Tabelle der Klimate ſeines Almageſts, ſie auch durch ihre Breite bezeichnet, was er hier nicht thut; ohne Zweifel, weil die Aſtronomen, deren Beobachtungen er anführt, die Klimate nur durch die Zahl der Stunden angezeigt hatten. Es ſcheint ſogar, daß dieſe Aſtronomen darin mehr als Autoren und Gewährsmänner der mit den Erſcheinungen der Sterne verbundenen Prophezeiungen und nicht als Beobachter dieſer Erſcheinungen angeführt ſind. Die Anzahl dieſer Aſtronomen iſt groß; Doſitheus, der zu Colonis beobachtete; Philippus im Peloponnes und in Lokrida, Kalippus um den Helleſpont; Meton zu Athen, auf den Cycladen, in Macedonien und Thracien; Konon und Metrodor in Italien; Hipparch in Bithynien; Metrodor in Macedonien und Thracien: woraus unſrer Meinung nach erhellt, daß jeder von dieſen verſchiedenen Autoren, Kalender für den Ort, wo er beobachtete, geſchrieben hatte: ſie kündigten darin Wind, Regen, Kälte und die übrigen Veränderungen an, die den Aufgang und Untergang gewiſſer Sterne nach den Bemerkungen, die ſie Gelegenheit zu machen, gehabt hatten, begleiten mußten. Ptolemäus hat darauf für jeden Tag des Jahrs und nach den Lagen ſeines Fixſternenverzeichniſſes, den Aufgang und Untergang der dreißig ſchönſten Sterne des Himmels für die fünf Klimate von dreizehn bis ſechszehn Stunden oder von Meroe bis an die Mündung des Boryſthenes berechnet; und die mit den Phänomenen verbundenen Prophezeihungen dieſer Aſtronomen geſammelt; weshalb er ſie allein citirt. Folgendes iſt ein Beiſpiel davon; nachdem er geſagt hat, daß für das Klima von dreizehn Stunden, die Kornähre der Jungfrau den 7ten Oktober aufgeht, ſo fügt er

a) Geſch. der Sternk. des Alterth. 1 B. 107 S.

für den Tag darauf hinzu: ſpica oriens Democrito tempeſtatem excitat. Sagt dieß nicht deutlich, daß nach Demokrit den Tag nach dem Aufgange der Kornähre der Jungfrau ein Orkan eintreten werde?

Man bemerke, daß keiner von den Aſtronomen, wovon wir ſoeben geredet haben, in einem nördlichern Klima als dem Helleſpont beobachtet hat, daß die Prophezeihungen, welche die Erſcheinungen der Sterne für die Klimate von 15½ und 16 Stunden begleiten, ohne die Namen des Verfaſſers vorkommen, und man wird zugeben, daß wir nicht ohne Grund dieſe Beobachtungen einer Aſtronomie zugeſchrieben haben, die älter als die Griechen war, und zwar der Aſtronomie, die vielleicht aus der nördlichen Tartarei und den Gegenden von Selinginskoi gekommen iſt, und die Elemente dieſer Wiſſenſchaft in Aſien verbreitet hat a).

§. 34.

Der zweite Kalender von Ptolemäus, den Leonicus überſetzt hat, ſcheint auf eine ganz verſchiedene Art eingerichtet zu ſeyn. Er iſt nach der Ordnung des Jahrs und der römiſchen Monate regulirt und fängt mit dem Januar an. Dieß iſt eine Kompilation der alten Kalender; denn man bemerkt darin dieſelben Nachtgleichen und Sonnenſtillſtände auf verſchiedene Tage. Der Aufgang, und Untergang derſelben Sterne iſt darin auch mehrere male wiederholt, aber ohne die Klimate anzuzeigen. Man findet darin mehrere Aufgänge, die für weiter nichts als für Fragmente ſehr alter Kalender gehalten werden können, die zur Zeit des Chiron und ſelbſt lange vor ihm, wie wir ſchon bemerkt haben b), in Aegypten und im Orient gemacht waren, und durch die erſten Kolonien, welche ſich mit Inachus, Cecrops, Danaus und Cadmus in Griechenland niederließſen, dahin gebracht wurden c).

Wenn dieſer Kalender wirklich von Ptolemäus iſt, ſo ſieht man eben nicht, aus welchem Grunde er dieſe Kompilation unternommen hat. Die Alten, wie Chiron, Eudoxus, Meton, ꝛc. die die Bewegung der Fixſterne nicht kannten, konnten die Verſchiedenheiten des von verſchiedenen Aſtronomen beobachteten Aufganges der Sterne als Beobachtungsfehler anſehen und aus Furcht ſchlecht zu wählen, ſie alle vereinigen. Aber Ptolemäus kannte den Unterſchied, welchen die Jahrhunderte und Klimate auf die Zeit des Aufgangs und Untergangs

a) Sternk. des Alterth. 1 B. 114 S.
b) Oben 1 B. 27 S. 2 Band 396 S.
c) Freret, Defenſe de la chronol. p. 485.

der Sterne hervorbringen; er gab ſelbſt Nachricht davon a): warum hat er alſo keins von beiden unterſchieden?

§. 35.

Man legt dem Ptolemäus noch ein Werk bei unter dem griechiſchen Titel τετϱαβιβλος oder im Lateiniſchen quadripartitus. Dieſe vier Bücher enthalten nur aſtrologiſche Regeln oder die Kunſt die Zukunft vermittelſt verſchiedener Aſpekten ſowohl der Planeten als der Sterne, vorherzuſagen, welche durch die Veränderung ihrer Konfigurationen Eigenſchaften und Einflüſſe verändern. Man findet darin ſowohl das Schickſal von Privatperſonen, als ganzer Reiche. Es iſt ungewiß, ob dieß Werk von Ptolemäus iſt; Gauric wagt nicht zu behaupten, daß er der Verfaſſer davon iſt b). Gaſſendi und der P. de Challes c) halten es dieſes großen Mannes unwürdig. Unſerer Meinung nach iſt die Sache ſchwer zu entſcheiden: es iſt wahr, Ptolemäus hat ſein Almageſt nicht mit aſtrologiſchen Irrthümern befleckt; er ſagt nicht ein Wort, das darauf bezogen werden könnte; allein, da er in einem Lande lebte, wo die Aſtrologie mit der Aſtronomie verbunden war, ſo ſcheint es ſchwer geweſen zu ſeyn ſich davor zu verwahren. Das τετϱαβιβλος ſowohl als das Almageſt iſt an dieſelbe Perſon gerichtet, nämlich an Syrus, woraus folgt, daß es vielleicht von einerlei Hand iſt. Er hat vielleicht nur die beiden Wiſſenſchaften von einander getrennt, wie er es mit der Geographie machte, die er beſonders behandelte, und wovon er im Almageſte eben ſo wenig, als von der Aſtrologie ſpricht. Man zweifelt jedoch nicht, daß die Geographie von ihm iſt.

Die andern Werke von Ptolemäus ſind: 1) eine Sammlung von aſtrologiſchen Aphorismen, die im Jahre 1535 von Joach. Camerarius herausgegeben ſind. Cardan, Argolus und einige andre haben geglaubt, daß dieß Werk nicht von Ptolemäus, ſondern von Hermes Triſmegiſtus ſei. 2) Eine Planiſphäre, gedruckt zu Venedig 1558 nebſt einem Kommentare von Friederich Commandin. Dieſe Planiſphäre iſt eine Projektion der Sphäre auf die Ebne des Aequators. Sie ſcheint eine Erfindung von Ptolemäus zu ſeyn. Die Alten hatten Armillen oder Aſtrolabien gehabt, welche alle Kreiſe der Sphäre in derſelben Ordnung

a) Almag. Lib. VIII. c. 6.
b) In praefat. Almag.
c) Gaſſendi, in Philoſ. Epicur. Tom. II, p. 501. De Challes cours de Math. T. I, p. 50.

als am Himmel vorſtellten. Hipparch hatte eine ganze Himmelskugel gemacht, worauf die Sternbilder vorgeſtellt waren. Ptolemäus kam auf die Idee die Sphäre auf eine Ebne zu reduziren; er ſetzte das Auge in den Pol, und indem er nach jedem Punkte der Kreiſe der Sphäre oder nach jedem Sterne der Sternbilder einen bis zum Durchſchneiden des Aequators verlängerten Geſichtsſtrahl zog, ſo bezeichnete dieſer Strahl auf dieſer Ebne den Ort des Gegenſtandes. Er hatte alſo auf einer Ebne die Vorſtellung des Himmels, die ein wenig von der Wahrheit abweicht. Ein Gemälde iſt eine Projektionsebne, die ſich zwiſchen dem Auge und dem Gegenſtande befindet, worauf jeder von dem Gegenſtande bis zum Auge gezogne Strahl, beim Durchgang durch dieſelbe ſeinen Ort bezeichnet. Hier liegt die Projektionsebne in Abſicht des Auges hinter dem Gegenſtande. Wir haben geſehen, daß der Biſchof Syneſius a) dem Hipparch die Ehre dieſer Erfindung zueignet; aber wir wiſſen nicht, auf welche Autorität er ſich dabei gründet. Die Planiſphäre von Ptolemäus oder wenigſtens ſeine Abhandlung darüber beſitzen wir noch, und dieſe Projektionsmethode führt noch ſeinen Namen: 3) Die Abhandlung de Analemmate: 4) Von den Hypotheſen der Planeten: 5) Eine Chronologie von den aſſyriſchen, mediſchen, perſiſchen, griechiſchen und römiſchen Königen ſeit Nabonaſſar: 6) ein großes Werk über die Muſik in drei Büchern.

§. 36.

Das Almageſt ins Lateiniſche überſetzt wurde zum erſtenmale zu Venedig 1515 unter der Aufſicht des P. Lichtenſtein gedruckt; der Ueberſetzer iſt unbekannt. Die lateiniſche Ueberſetzung von Georg von Trapezunt wurde auch zu Venedig 1527 gedruckt.

Der griechiſche Text 1538 erſchien zu Baſel durch die Beſorgung Simons Grynäus, der von einem Manuſkripte Gebrauch machte, das dem Regiomontan gehört hatte.

Alle Werke von Ptolemäus, die Geographie ausgenommen, erſchienen zu Baſel 1541.

Das erſte Buch des Almageſts wurde griechiſch zu Würtenberg 1549 von E. Steinhold nebſt einer Verſion und Noten herausgegeben.

Schreckenfuchſius gab eine neue lateiniſche Ausgabe von allen Werken des Ptolemäus, die Geographie ausgenommen, zu Baſel 1551 heraus.

Johann Baptiſt Porta überſetzte das zweite Buch des Almageſts. Dieß Werk wurde zu Neapel 1505 gedruckt.

a) Oben 3 Abſchn. §. 26.

§. 37.

Wir wollen den Ptolemäus nicht verlaſſen ohne ihn gegen eine ſehr große Beſchuldigung zu rechtfertigen zu ſuchen. Einige Aſtronomen haben behauptet, Ptolemäus ſei kein Beobachter geweſen; aber wie will man einen ſolchen Verdacht beweiſen können? Er hat zwar aus den Schriften des Hipparchs und ſeiner Vorgänger geſchöpft, allein man darf daraus nicht ſchließen, daß er die Beobachtungen, die er anführt, nicht angeſtellt hat. Wären dieſe Beobachtungen eingebildet, wie würde er denn die meiſten Elemente der Planetentheorie ſo richtig getroffen haben a)? und wären bloß dieſe Beobachtungen nicht von ihm: warum verfuhr er in andern Fällen nicht eben ſo? Zum Beiſpiel die Beſtimmung der Größe der Bewegung der Fixſterne iſt auf Beobachtungen von Menelaus und Agrippa gegründet; gab es irgend eine Gelegenheit, wo er hätte in Verſuchung gerathen können, ſich die Beobachtungen eines andern zuzueignen, ſo war es hier. Dieſe Beſtimmung war natürlich und wichtig; er hat ſie jedoch nicht gemacht. Ptolemäus hat weder eine Beobachtung annehmen können noch müſſen. Wir glauben wohl, daß er ſich der Liſt bediente, nur die von ihm angeſtellten Beobachtungen zu geben, die mit dem mittlern Reſultate aller übrigen übereinſtimmten. Dieſer Kunſtgriff, den wir keinesweges billigen, iſt jedoch kein Verbrechen; warum ſollte er aber übrigens die Beobachtungen der Planeten, die er ſich zuſchreibt, nicht angeſtellt haben? Es iſt ungleich verdienſtvoller, daß er ſeine Hypotheſen, ſo mangelhaft ſie auch ſeyn mögen, erfunden, daß er die Idee zum Almageſte, dem Depot aller aſtronomiſchen Kenntniſſe, gefaßt, als daß er die größte Anzahl von Beobachtungen angeſtellt hat. Ptolemäus wußte wohl, daß er der Nachwelt einen Schatz hinterließ, ungeachtet er vielleicht nicht vorausſah, daß dieß Buch die Aſtronomie bis auf Kopernikus erhalten, und vierzehn Jahrhunderte hindurch allein ſtudiert werden würde.

§. 38.

Mehrere geſchickte Aſtronomen haben die Genauigkeit ſeiner Beobachtungen in Zweifel gezogen. "Die Größe der "Bewegung der Sonnenerdferne, die aus den Beobachtungen "von Walther entſpringt, ſagt Caſſini b), ſtimmt ge"nauer mit den Beobachtungen von Hipparch als denen "von Ptolemäus überein, der in der Beſtimmung der

a) Oben §. 19 u. 24.
b) Elemens d'aſtron. p. 196.

"Erdferne der Sonne ſowohl als der Schiefe der Ekliptik, von "dem, was Hipparch beſtimmt hatte, abzuweichen nicht ſcheint "gewagt zu haben".

"Kepler, ſagt er an einem andern Orte a), zeigt bei "der Unterſuchung der von Ptolemäus angeſtellten Beob- "achtungen des Mars b), daß man nicht ganz auf ihre Genauig- "keit rechnen darf; er urtheilt ſelbſt aus der Methode, deren "er ſich zur Beſtimmung der Lage der Fixſterne bedient hat, "daß ſie damals um 30′ weiter fortgerückt waren, als er ſie "bemerkt hatte."

Wir haben ſelbſt geſagt c), daß der durch den Mond be- ſtimmte Ort der Sterne nicht ſehr genau ſeyn konnte; aber das iſt der Fehler der Methode und der Inſtrumente; und wenn dieſer Aſtronom es nicht eben ſo gut gemacht hat, als nach ſeiner Zeit geſchehen iſt, da man ſeinen Arbeiten mit neuen Erfindungen und vervollkommneten Inſtrumenten zu Hülfe kommt, folgt daraus wohl, daß er nicht Beobachter geweſen ſei und die Lage eines Fixſterns nicht habe beſtimmen können?

§. 39.

Die Inſtrumente der alexandriniſchen Schule zur Zeit Hipparchs und Ptolemäus und nach ihnen waren die, welche wir in dem zweiten Buche dieſer Geſchichte beſchrieben haben; die von Hipparch erfundene Dioptra (Fig. 23.), die dazu beſtimmt war, die Durchmeſſer zu meſſen; ſie be- ſtand aus zwei Linealen, welche auf einem dritten beweglich waren und einander genähert werden konnten um die beiden Enden des Durchmeſſers zu faſſen d); das Triquetrum (Fig. 42) oder die parallaktiſchen Lineale, die von Ptolemäus erfun- den wurden die Parallaxen zu meſſen.

Auſſerdem war noch das Aſtrolabium von Ptolemäus da, das ſeitdem allen Aſtrolabien zum Muſter gedient hat. Dieß Inſtrument war ein kupferner Kreis von mittelmäßiger Größe nach Ptolemäus in 360° und jeder von dieſen Gra- den in ſo viel Theile als möglich eingetheilt. Innerhalb dieſes erſten Kreiſes war ein zweiter beweglicher Kreis in derſelben Ebene eingefügt. Auf dem Umfange dieſes letzten Kreiſes waren zwei kleine gleiche Cylinder an den beiden Enden eines ſeiner Durchmeſſer angebracht. Das Ganze wurde von einem Fuße getragen und vermittelſt eines Lothbleies vertikal aufge-

a) Elemens d'aſtron. p. 467.
b) In ſtella Martis, c. LXIX, p. 326.
c) Oben §. 24.
d) Oben 3 Abſchn. §. 21.

ſtellt. Der Punkt, von dem dieſer Faden ausging, beſtimmte das Zenith dieſes Inſtruments. Vermittelſt einer Mittagslinie ſtellte man dieß Inſtrument in die Ebne des Meridians, und wenn man die Entfernung der Sonne vom Zenith meſſen wollte, ſo ließ man den innern Kreis ſich ſo bewegen, daß der Schatten des obern kleinern Cylinders genau auf den untern Cylinder fiel. Auf dem untern Kreiſe befand ſich ein Zeiger, der auf den Abtheilungen des äuſſern Kreiſes die Grade der Entfernung der Sonne vom Zenith bemerkte.

§. 40.

Ptolemäus beſchreibt ein zweites Inſtrument, (Fig. 37.) das aus einem viereckten Steine oder Stück Holz beſtand; aus einem von den Winkeln beſchreibt er auf einer Seite der ſehr polirten Oberfläche einen Viertelkreis, wobei er den Scheitel dieſes Winkels zum Mittelpunkte nimmt. An dieſen Mittelpunkt ſetzt er einen kleinen Cylinder, der zum Gnomon dient, und ſenkrecht unter demſelben fügt er einen zweiten kleinen Cylinder hinzu, wovon man den Gebrauch eben nicht gut einſieht, wenn er anders nicht zur Abſehenslinie dient, wie wir ſogleich ſagen werden. Der Viertelkreis iſt in Grade und Theile des Grades eingetheilt. Iſt dieß Inſtrument in der Richtung des Meridians aufgeſtellt, ſo zeigt der Schatten des obern Cylinders auf den Abtheilungen des Quadranten die Entfernung BD der Sonne vom Zenith an. Man richtete das Inſtrument vermittelſt eines Senkbleis AF, das die beiden kleinen Cylinder berühren mußte, und dieß war der Gebrauch des untern Cylinders, der nur diente, die Abſehenslinie anzudeuten: man müßte denn annehmen, daß dieſer zweite Cylinder längs des Kreisbogens fortbewegt werden konnte, und dazu diente, den Schatten des obern Cylinders zu empfangen, wie in dem erſten Inſtrumente, das wir beſchrieben haben; allein weder Ptolemäus noch Theon ſagen es a).

Wir dürfen nicht vergeſſen zu bemerken, daß Theon ausdrücklich ſagt, daß man dieſem Inſtrumente vermittelſt einer Waſſerwage eine horizontale Lage gab b).

Dieß Inſtrument iſt das Muſter unſerer Quadranten. Man hatte damit angefangen, ſich ganzer Kreiſe zu bedienen um den ganzen Umfang der Himmelskreiſe in vier Theilen zu umfaſſen. Als man aber bemerkte, daß der Aequator und die Ekliptik durch die Aequinoktial- und Solſtitialpunkte in vier, und die Kreiſe, die durch die Pole gingen, durch dieſe

a) Ptolem. Lib. I, c. 11, und der Komment. von Theon.
b) Theons Kommentar Lib. I, c. 2.

Punkte in zwei, und durch den Aequator oder die Ekliptik noch in zwei Theile getheilt war, ſo ſahe man, daß ein Viertel vom Umfange des Kreiſes zu allen den Himmelsmeſſungen zureichte. Vielleicht führten auch die parallaktiſchen Regeln von Ptolemäus darauf. In der iſiſchen Tabelle findet man die Figur eines Quadranten mehrere male wiederholt gezeichnet; er iſt auf eine Säule aufgetragen und man ſieht darauf Linien gezogen, welche faſt Transverſalen gleichen. Man ſehe dieſe Tafel im Pignorius und Kircher.

§. 41.

Nach Ptolemäus findet man in der alexandriniſchen Schule den Hypſikles von Alexandrien, einen Schüler des Iſidor, der unbekannt iſt. Er lebte unter den Antoninen und ſchrieb ein Buch de aſcenſionibus, das Erasmus Bartholinus zu Paris 1657 griechiſch nebſt der lateiniſchen Ueberſetzung von Jac. Mentelius hat drucken laſſen. Die alexandriniſche Schule beſaß ein Manuſkript μικρὸς ἀστρονόμος oder κρονομύμενος genannt. Pappus a) erwähnt dieſes Manuſkripts, welches folgende Abhandlungen enthielt: 1) Theodoſii ſphaericorum libri III; 2) Euclidis data, optica, catoptrica et phaenomena; 3) Theodoſii de habitationibus, item de diebus et noctibus libri II; 4) Autolyci liber de ſphaera, et de ortu et occaſu ſtellarum inerrantium; 5) Ariſtarchi Samii liber de magnitudinibus et diſtantiis ſolis et lunae; 6) Hypſiclis liber de aſcenſionibus; 7) Menelai ſphaericorum libri III. Fabricius ſagt b), daß dieſe verſchiedenen Abhandlungen ſich vereinigt im Manuſkripte in einigen Bibliotheken finden; man hat auch davon eine arabiſche Ueberſetzung von Thebith c). Die Araber nannten ſie Zwiſchenabhandlungen; ohne Zweifel zwiſchen den Elementen Euklids und dem Almageſte. Fügt man dieſe beiden Werke zu dieſer Sammlung hinzu, ſo hat man die Summe von Kenntniſſen des zweiten Jahrhunderts der chriſtlichen Zeitrechnung.

§. 42.

Im dritten Jahrhunderte blüheten Porphyr und Cenſorin. Der erſte ein platoniſcher Philoſoph lebte unter der Regierung Aurelianus. Suidas d) erzählt, daß er eine Einleitung in die Aſtronomie geſchrieben habe. H. Weidler e) glaubt, daß es daſſelbe Werk iſt,

a) Collec. mathemat. Lib. VI.
b) Bibliotheca graeca, Lib. III, cap. 5, 12.
c) Weidler, p. 186.
d) Im Wörterbuche.
e) Weidler, Ibid.

das mit dem Tetrabiblos des Ptolemäus in der Baſeler Edition 1569 von Hieronymus Wolf gedruckt iſt; aber Wolf behauptet, daß es nicht von Porphyr ſei. Cenſorin hat uns in ſeinem Buche de die natali koſtbare Ueberreſte des Alterthums über die Tage, Monate und Jahre der Alten, und vorzüglich über das, was man das große Jahr nennt, aufbewahrt. Wir haben es in dieſem Werke oft citirt.

§. 43.

Um das Jahr 280 blühete Anatolius von Alexandrien, der nach Euſebius Biſchof zu Laodicea war; er war ein berühmter Literator, Redner und Philoſoph. Da er auch in der Mathematik Kenntniſſe beſaß, ſo wurde er zum Haupte der peripatetiſchen Schule in Alexandrien ernannt. Er iſt es, der den Vorſchlag that, ſich der metoniſchen Periode zu bedienen um das Oſterfeſt zu reguliren. Ungeachtet Euſebius, S. Cyrillus, Victor, Biſchof von Capua, und Dionyſius der Kleine, nachher den Oſterzirkel verbeſſerten, ſo gehört doch die Ehre dieſer Anwendung dem Anatolius. Bucherius hat das Werk dieſes Biſchofs, unter dem Titel de paſchalibus canonibus überſetzt und drucken laſſen. Man hat noch einige andere Fragmente von Anatolius, die Fabricius in ſeine Bibliotheca graeca eingerückt hat a).

Während dieſer Zeit begünſtigte Septimius Severus zu Rom die Aſtronomie, jedoch mit der Aſtrologie vereinigt b). Alexander Severus ſchützte die Mathematiker, gab ihnen Penſionen und öffentliche Lehrſtellen c); allein da die Aſtrologie Mißbrauch davon machte, ſo verboten Diokletian und Maximian durch ein ſtrenges Edikt, die Kunſt die Zukunft vorherzuſagen, die damals mit der Mathematik verwechſelt wurde; dieß geſchah auch durch Conſtantius und Conſtantinus d).

§. 44.

Julius Firmikus Maternus hat uns unter der Regierung Conſtantins ein Werk in acht Büchern unter dem Titel Aſtronomicon poeticum hinterlaſſen; aber dieß iſt ein bloß aſtrologiſches Werk, das keine Aufmerkſamkeit verdient. Es iſt 1499 zu Venedig in einer Sammlung des Aratus, Manilius, Proclus ꝛc. abgedruckt worden. Dieſe Sammlungen ſind mehrere Male veranſtaltet und ge-

a) Lib. III, 2, p. 275.
b) Aelius Spart. in vitâ Septim. Sever. c. III.
c) Aelius Lamp. in vitâ Alex. Sev. c. 27. 44.
d) In cod. Iuſtin. Lib. IX, tit. 18.

druckt worden. Nicolaus Prakner, ein Aſtrolog wie Firmicus, hat, wie Weidler ſagt, dieß Werk 1551 mit einigen andern kleinen Werken derſelben Art von Ptolemäus und den Arabern herausgegeben. Firmikus war aus Sicilien; er war anfangs Heide, gieng aber zur chriſtlichen Religion über a).

Theon der Jüngere, von Suidas der Philoſoph genannt, ſtudierte in der alexandriniſchen Schule. Wahrſcheinlich war er Beobachter; er erzählt ſelbſt ſeine Beobachtung einer Sonnenfinſterniß im Jahre 365 b). Er iſt bekannter durch den Kommentar, den er über das Almageſt zur Erleichterung der Lektüre deſſelben geſchrieben hat. Camerarius hat 1538 dieſen Kommentar mit dem griechiſchen Texte von Ptolemäus herausgegeben. Der Kardinal Beſſarion, der wegen ſeines Geſchmacks an der Literatur berühmt iſt, ſagte, daß er dieſen Kommentar mehr ſchätzte als eine Provinz c). Man eignet dem Theon die Noten über den Aratus d) zu. Indeß glaubt man, daß ſie nicht von ihm allein, ſondern von mehrern Schriftſtellern ſind, die denſelben Namen führten; weil ſie viele Wiederholungen und ſelbſt entgegengeſetzte Meinungen enthalten. Dieß Zuſammentreffen von mehrern Theonen, die über daſſelbe Werk Noten ſchreiben, würde merkwürdiger ſeyn, als einen und denſelben Mann zwiſchen entgegengeſetzten Meinungen ſchwanken zu ſehen.

Riccioli e) legt ihm zwei Werke bei, eins von dem Aufgange des Hundsſterns, das andere von dem kleinen Aſtrolabium.

§. 45.

Ammianus Marcellinus f) bezeugt, daß in dem vierten Jahrhunderte die Aſtronomie zu Alexandrien geehrt wurde, und daß ſich in dieſer Stadt eine große Menge Gelehrte befanden; wir können es indeß kaum glauben. Wären damals ſo viele berühmte Gelehrte geweſen, ſo würden ihre Namen und einige von ihren Werken bis auf uns gekommen ſeyn. Wir glauben wohl, daß es in dieſem Jahrhunderte Gelehrte zu Alexandrien gegeben hat, ſo wie es deren zu allen Zeiten, die auf die glänzenden folgten, gab. Der Ruhm großer Männer, die nicht mehr ſind, muntert eine große Menge mittelmäßiger

a) Weidler.
b) Comment. Theon. in Almag. p. 334, edit. 1538.
c) Camerarius in praef.
d) Weidler, p. 189.
e) Riccioli, Almag. Tom. I, p. XLV.
f) Hiſt. Lib. XXII. Weidler, p. 189. in not.

Köpfe auf, ihnen zu folgen; aber es fehlt ihnen an Kraft und ihr Name ſtirbt mit ihnen. Kaum giebt es noch einen ſo berühmten Namen, wie Theon, der der Vergeſſenheit entgeht. Der Ruhm Alexandriens war nicht mehr; das Genie hatte ſich darin erſchöpft, und die Fortſchritte der Aſtronomie erwarteten die Araber.

Der angeführte Geſchichtſchreiber hat die Meinungen der alexandriniſchen Philoſophen dieſes Jahrhunderts über die Kometen aufbewahrt. Man ſieht, daß ſie ohne Wahl alle Meinungen geſammelt hatten, die in den verſchiedenen Jahrhunderten aufgeſtellt waren. Einige glaubten, daß das ausgedehnte Licht der Kometen von dem Lichte mehrerer vereinigten Sterne gebildet würde; andere, daß es aus den trocknen Ausdünſtungen der Erde entſtände, welche ſich nach und nach im Aether entzündeten und emporſtiegen; einige, daß es das überall ſelbſt während der Nacht verbreitete Sonnenlicht wäre, das uns von irgend einer dichten Wolke zugeſchickt würde. Andre ſagten wieder, daß eine Wolke, die höher als gewöhnlich ſtiege, ſo glänzen könne, weil ſie durch die Nähe des ätheriſchen und höhern Feuers erleuchtet würde: endlich betrachteten die letztern und ohne Zweifel die geringſte Anzahl die Kometen als Planeten ähnliche Geſtirne, deren Lauf unbekannt ſei. Chaldäiſche, ägyptiſche und griechiſche Meinungen, alles iſt hier mit einander vereinigt; wir müſſen daraus ſchließen, daß die große Menge, die ſich in verſchiedene Meinungen theilte, ſich in dem Punkte vereinigte, daß ſie die Kometen in die Klaſſe der Meteore ſetzte, und dieſer Umſtand, verbunden mit dem Stillſchweigen Ptolemäus über dieſe Geſtirne, beweiſet demonſtrativiſch, daß er ſie ſelbſt als ſublunariſche Feuer anſah: denn es iſt natürlich zu glauben, daß die Meinungen Ptolemäus und Hipparchs auf den großen Haufen Einfluß hatten. Die vernünftige Meinung über die Natur der Kometen hatte ſich daſelbſt wie eine Art von Vorurtheile erhalten; man war nicht im Stande, ſie zu ſchätzen, und verwirrte ſie mit den übrigen.

§. 46.

Paulus von Alexandrien ſchrieb Anfangsgründe der Wahrſagungskunſt; ein Werk, das man zu einer Zeit, wo man die Kenntniß der Zukunft in allen Ueberreſten des Alterthums ſuchte, ins Lateiniſche überſetzt hat. Er handelt nur gelegentlich von der Aſtronomie, von dem Stillſtehen der Planeten, das wie im Ptolemäus erklärt wird; auch ſind dieß und ähnliche Werke vergeſſen worden, wie ſie es verdienen. Es iſt indeß zu Wittenberg 1588 gedruckt worden a).

a) Weidler, p. 190.

Pappus von Alexandrien war einer von den Kommentatoren des Ptolemäus a); aber dieß Werk iſt verloren: ein Fragment über das fünfte Buch iſt in den Kommentar von Theon eingerückt b). Dieſer Geometer hat auch das Werk von Ariſtarch de magnitudinibus et diſtantiis ſolis et lunae c) kommentirt. Man ſieht aus der Bemerkung, die wir vorhin gemacht haben, daß die alexandriniſche Schule nichts weiter als Kommentatoren hatte. Pappus muß jedoch von der Menge ausgezeichnet werden: er hat den Wiſſenſchaften durch ſeine mathematiſchen Sammlungen einen weſentlichen Dienſt geleiſtet. Dieß ſind koſtbare Ueberreſte des Alterthums; man findet darin die Erfindungen und ſelbſt den Geiſt der alten Geometer.

Weidler d) erwähnt eines Conſuls, Namens Theodor Manlius, der ein Werk unter dem Titel de natura rerum et de aſtris geſchrieben hatte, das nur dadurch bekannt iſt, daß es Claudian in dem dieſem Conſul dedicirten Panegyrikus lobt e).

Derſelbe Geſchichtſchreiber ſetzt hier, d. h. ins vierte Jahrhundert, den Achilles Tatius, von dem wir die Elemente der Aſtronomie unter dem Titel iſagoge ad phaenomena Arati haben. Man zweifelt jedoch, ob Achilles Tatius nicht vor Julius Firmikus gelebt hat, der ſeiner zu erwähnen ſcheint f), was uns ſehr wahrſcheinlich dünkt. Uebrigens iſt dieß Datum nicht wichtig; ein Jahrhundert mehr oder weniger hat nichts intereſſantes in Abſicht der Epoche der Autoren, die die Werke der andern erklären. Nicht als ob das Werk des Achilles Tatius nicht nützlich ſei, wir haben es mehrere male citirit; er handelt darin von der Welt, vom Himmel, von den Sternen und Planeten; von ihrem Aufgange und Untergange, von der Eintheilung der Himmelsſphäre, von dem großen Jahre ꝛc. Es iſt von dem Pater Petau ins Lateiniſche überſetzt g). Achilles Tatius wurde Chriſt und Biſchof von Alexandrien. Aus Irrthum von Riccioli oder durch irgend einen Druckfehler iſt er ins Jahr 890 geſetzt worden.

§. 47.

Im fünften Jahrhunderte lebte Syneſius Biſchof von Ptolemaides, ein Schüler der Hypatia der Tochter Theons.

a) Suidas, in Lexico. Comm. Eutoc. Walliſii opera Tom. III, p. 549.
b) P. 231, 236. c) Oper. Walliſii, T. III, p. 569.
d) P. 191. e) Claudianus in panegyrico.
f) Lib. IV, c. 10. g) Uranologium.

Man hat von ihm eine Rede an den Paeonius, womit er das Geſchenk eines Aſtrolabiums oder einer Planiſphäre von ſeiner Erfindung begleitete. Das Werk, worin er dieß Aſtrolabium beſchreibt, iſt verloren gegangen. Dieſe Planiſphäre war, wie es ſcheint, im Großen und nach den Regeln der Projektion gemacht. Wir vermuthen, daß das Auge in den Pol geſetzt war, weil geſagt wird a), daß die Zwiſchenräume der Sterne am Pole größer ſchienen als die andern. In der Planiſphäre von Hipparch, wovon wir geredet haben b), hatte man ſich, wenn man ſich auf eine Stelle der Epiſtel von Syneſius verläßt, damit begnügt, die ſechszehn Sterne der erſten Größe zu bemerken, die dazu dienten des Nachts die Zeit zu wiſſen; in dieſem hingegen hatte man die Sterne bis auf die der ſechſten Größe bemerkt.

Man findet ferner in dieſem Jahrhunderte den Rufus Feſtus Avienus, der das Gedicht des Aratus in lateiniſche Verſe überſetzte, zu welchem er vieles hinzugeſetzt hat, wovon Aratus nicht geredet hat, und das er aus der Interpretation des Germanicus und der griechiſchen Scholiaſten genommen hatte. Dieß Werk iſt in die Sammlung der lateiniſchen Interpreten des Aratus, welche Theon Graminäus 1559 herausgab c), und in viele andere ähnliche Sammlungen mit eingerückt. Makrobius iſt ein wegen ſeiner Saturnalien und ſeines Kommentars über den Traum des Scipio berühmter Schriftſteller; ſeine Werke enthalten einige aſtronomiſche Kenntniſſe, die wir hier ausgezogen haben.

Martianus Capella, ein Karthaginenſer, iſt uns ebenfalls durch ſein Buch de nuptiis Philologiae et Mercurii nützlich geworden. Das ſechste und ſiebente Buch handelt von der Arithmetik und Geometrie, das achte von der Aſtronomie. Er handelt darin von der Welt im allgemeinen, von den Kreiſen der Sphäre, den Polen, den Solſtitien, den Sternbildern, dem Aufgange und Untergange der Sterne, den Planeten ꝛc. Er lehrt darin, daß Merkur und Venus ſich um die Sonne bewegen d). Merkwürdig iſt es, daß er etwas weiter oben e) verſichert, er ſei in allem, was er ſage, dem Eratoſthenes, Hipparch und Ptolemäus gefolgt; dieß beſtätigt unſern Verdacht f), daß das Stillſchweigen des

a) Syneſii Epiſt. Weidler 193 et 194.
b) Oben 3 Abſchn. §. 26.
c) Weidler, p. 194.
d) In nuptiis Philolog. et Merc. p. 289, 297.
e) Ibid. p. 274.
f) Oben in dem hierzu gehörigen Abſchn. §. 28.

Ptolemäus freiwillig ſeyn könnte. Martianus Capella hat dieſe Aſtronomen nicht immer gut verſtanden, denn er iſt in einige Irrthümer, ſelbſt in Beziehung auf ſeine Zeit, gefallen, die Riccioli entdeckt hat a).

§. 48.

Proklus mit dem Zunamen Diadochus, ein platoniſcher Philoſoph, ein Schüler und Nachfolger des Sirianus in der Schule zu Athen, hat mehrere Werke über die Grammatik, Philoſophie und Mathematik geſchrieben; auch ein Werk de ſphaeris et de circulis coeleſtibus, das nur Auszug aus den Elementen des Geminus iſt: es iſt nur griechiſch und lateiniſch zu Strasburg 1539 und 1611, und in Sammlungen 1547, 1549, 1589 gedruckt worden. Er hat noch ein anderes Werk unter dem Titel Hypotypoſis aſtronomicarum poſitionum geſchrieben, das ſich hinter der Ausgabe des Almageſts von 1551 befindet. Er giebt darin die Beſchreibung und den Gebrauch einiger Inſtrumente der alten Aſtronomie. Wir haben es benutzt, aber man hat geſehen, daß Vitruv in Abſicht der Klepſydern uns weit intereſſantere Beſchreibungen hinterlaſſen hat. In ſeinem Kommentare über das erſte Buch des Euklid b) ſagt er, wie die Aſtrologie oder Aſtronomie damals eingetheilt war. Der erſte Theil war die Gnomonik, welche die Abtheilung der Stunden und die Errichtung der Gnomonen zum Gegenſtande hatte: der zweite die Meteoroſkopik, welcher von den Unterſchieden der Höhen der Geſtirne und ihren Aſpekten handelte und verſchiedene aſtrologiſche Lehrſätze enthielt; endlich der dritte die Dioptrik, welche vermittelſt des Inſtruments dieſes Namens die Entfernungen der Sonne, des Mondes und der Planeten zu beſtimmen lehrte. Das Wort Dioptrik kommt von διὰ, durch, und ὄπτομαι, ſehen, her. Die Neuern haben dieſen Namen für den Theil der Optik beibehalten, der von dem Sehen durch Gläſer handelt.

Riccioli glaubt c), daß man zwei Proklus unterſcheiden müſſe, den einen vom Jahr 84, und den andern, der nach Ptolemäus ums Jahr 514 lebte; es würde daraus folgen, daß die Werke, wovon wir ſo eben geredet haben, zum Theil dem einen zum Theil dem andern gehören: allein die Kritik und die Trennung derſelben würde vielleicht unmöglich ſeyn, auch ſind die Werke ſelbſt ſo viel nicht werth.

Es iſt zu bezweifeln, ob nicht in den Hypotypoſen von Proklus Dinge untergeſchoben ſind. 1) Er citirt ſich p. 379

a) Almag. Tom. I, p. 503.
b) Seite 12 edit. 1533.
c) Riccioli, Almag. Tom. I, Seite XLII.

und 397 ſelbſt: 2) Er ſcheint den Alfergan zu citiren, der weit ſpäter lebte: überdieß ſcheint er p. 388. von der ſchwankenden Bewegung zu reden, die Thebith erfunden haben ſoll. Allein dieſer letzte Beweis würde nicht zureichend ſeyn, weil dieſe dem Thebith zugeſchriebene Erfindung älter ſeyn kann als er.

§. 49.

Thius, der um das Jahr 500 lebte, war wirklich Aſtronom. Bouillaud a) hat aus einem Manuſkripte der königlichen Bibliothek ſieben Beobachtungen ausgezogen, die einzigen, welche zwiſchen den Beobachtungen von Ptolemäus, und Albategnius exiſtiren. Sie ſind zur Unterſuchung der mittlern Bewegungen der Planeten nützlich. Es iſt zu bedauern, daß wir weiter keine Nachrichten von ſeinen Arbeiten und Beobachtungen haben.

Laurentius, der unter Juſtinian lebte, iſt nur durch das Zeugniß bekannt, das ihm Suidas b) giebt, daß er ein Werk über die Monate und über die Vorbedeutungen geſchrieben hat. Der Kaiſer Leo ſcheint auch einige von ſeinen Beobachtungen zu erwähnen c).

Aurelius Caſſiodor blühte unter dem Kaiſer Anaſtaſius und unter dem Könige der Gothen Theodorich. Zuerſt war er Statthalter von Sicilien, darauf Kanzler und endlich Mönch und Gelehrter. Er hat über die vier Wiſſenſchaften, die Arithmetik, die Muſik, die Geometrie und die Aſtronomie geſchrieben. Seine Schriften gehen aber nur ins Allgemeine und ſind ſehr kurz. Die ganze Aſtronomie iſt auf zwei Seiten enthalten. Merkwürdiger iſt, daß er die Aſtrologie als religions- und vernunftwidrig verdammt. Er hat auch Methoden zu einigen Rechnungen gegeben, die ſich auf die Kirchenrechnung beziehen, z. B. die Epakte für ein Jahr der chriſtlichen Zeitrechnung zu finden.

Simplicius lebte unter der Regierung Juſtinians; er mußte ſich nach Perſien entfernen, weil er der heidniſchen Religion zugethan war. Es wäre merkwürdig, wenn ein Philoſoph der Märtyrer einer ſolchen Religion geweſen wäre. Bouillaud d) behauptet, daß er die Aſtronomie zu Alexandrien gelehrt habe. Ungeachtet ſich dieß ſo verhält, ſo verdiente doch ſein Kommentar über den Ariſtoteles, worin man viele aſtronomiſche Fakta findet, daß er hier citirt wurde.

a) Aſtron. philol. in Prolegom. p. 6.
b) Im Wörterb. c) In Tacticorum epilogo.
d) Aſtron. philol. in Prolegom. p. 14.

§. 50.

Iſidor, Erzbiſchof von Sevilla im ſiebenten Jahrhunderte, lebte bis zum Jahre 636. Sein Buch über die Abſtammungen oder die Etymologie iſt merkwürdig; es würde intereſſanter ſeyn, wenn mehr Gelehrſamkeit und Kritik darin wäre. Das dritte Buch handelt von den vier Wiſſenſchaften, welche damals die Gelehrten beſchäftigten, Arithmetik, Muſik, Geometrie und Aſtronomie, nicht um dieſelben zu vermehren, ſondern um die einfachſten und gemeinſten Kenntniſſe zu erläutern. Dieß Buch handelt von den Erfindern der Aſtronomie, ihren Schriftſtellern, ihrem Zwecke, der Geſtalt der Welt und des Himmels, der Lage, der Bewegung und der Abtheilung der Himmelskugel, der Größe der Sonne und des Mondes, ihrer Bewegung, den Finſterniſſen, dem Unterſchiede der Sterne und der Planeteu ꝛc. Iſidor erwähnt a) noch 500 Jahre nach Ptolemäus der Meinung des Beroſus, daß der Mond eine dunkle und eine erleuchtete Hemiſphäre hat; er ſtellt dieß ungereimte Syſtem der wahren Urſache der Erleuchtung des Mondes an die Seite, und überläßt dem Leſer die Wahl b), er wußte nicht mehr davon. Er glaubte, daß ſich die Sphäre mit einer ſo großen Schnelligkeit bewegte, daß ſie den Untergang der Welt bewirken würde, wenn die Planeten durch ihre eigne Bewegung denſelben nicht aufhielten c). Er hat noch weit ungereimtere Meinungen; er ſagt, zum Beiſpiel, daß es oben Waſſer gäbe, das dazu beſtimmt wäre, die Weltaxe zu befeuchten und ihre Entzündung zu verhindern d); daß die Geſtirne durch verſtändige Weſen regiert würden e); endlich, daß die Sonne beim Aufgange zugleich von den Völkern Indiens und Großbrittanniens geſehen werde f). Man kann alſo glauben, daß dieſer gute Biſchof im ſiebenten Jahrhunderte die Ründung der Erde und die Erſcheinung der Nacht- und Tagfolge nicht kannte. So groß war damals die Unwiſſenheit derjenigen, die für Gelehrte galten! Die Philoſophie beſtand darin, Himmelswaſſer zu erdenken um die Weltaxe wie die Axe eines Rades damit zu befeuchten. Dieß ſind die großen Ideen dieſer Jahrhunderte, der Nachfolger der alexandriniſchen Aſtronomen. Er hat deswegen nicht weniger für einen großen Aſtronomen gegolten. H. Weidler ſagt: ſaeculo ſeptimo inter doctos excelluit Iſidorus g).

a) Lib. III, originum, c. 23.
b) Ibid. C. 52.
c) Ibid. C. 34.
d) Ejusd. de natura rerum coeleſtium, cap. 14.
e) Ibid. c. 27.
f) Ibid. c. 16. g) P. 200.

§. 51.

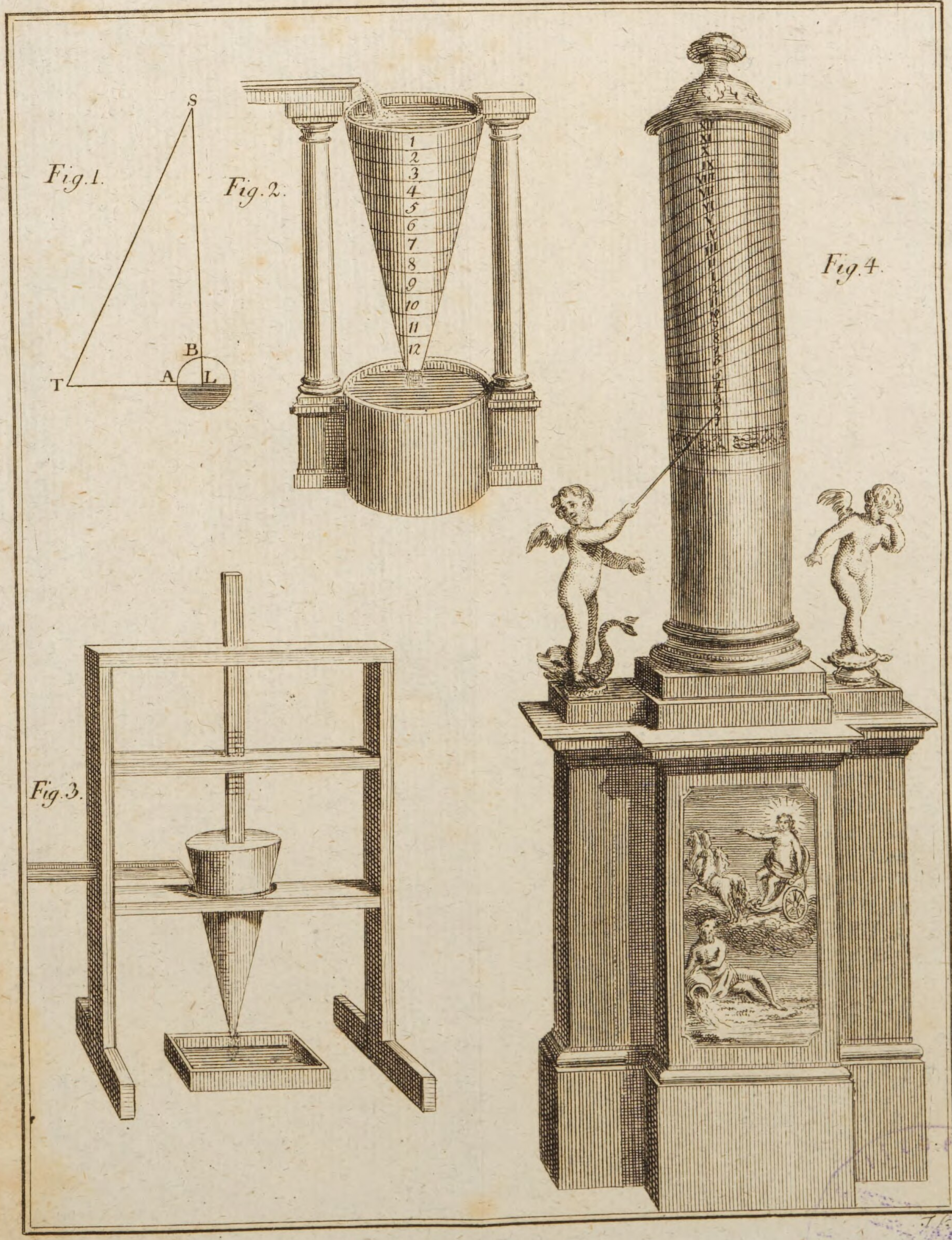
Nicht weniger merkwürdig iſt die Abhandlung über die Verfertigung der Sphäre des Aratus von Leontius einem Mechaniker. Der größte Theil iſt davon auf uns gekommen. Leontius hatte wirklich eine Sphäre verfertigt, worauf die Lagen der Sterne in Beziehung auf die Koluren wie auf der Sphäre des Aratus gezeichnet waren. Der Plan iſt ſonderbar; denn er ſah zu ſeiner Zeit ein, daß die Erſcheinungen des Himmels ſehr von den Beſchreibungen des Aratus verſchieden waren und ſogar etwas von den ptolemäiſchen abwichen. Es war ihm nicht unbekannt, daß Hipparch die Fehler des Aratus gerügt hatte. Man muß ſich mit Recht verwundern, daß er im ſiebenten Jahrhunderte einen Globus nach den ſeit Hipparchs Zeit für fehlerhaft anerkannten Beſchreibungen verfertigte. Leontius ſchreibt den Fehler nicht der Bewegung der Sterne in der Länge zu; er ſcheint ihn nicht gekannt zu haben. Er giebt a) zum Grunde an, daß Aratus dem Eudoxus gefolgt ſei, der von den Sachen, wovon er ſprach, nicht genug unterrichtet war; und er fügt den elenden Grund hinzu, daß dieſer Dichter ſein Werk nicht wegen der Vervollkommnung der Wiſſenſchaft, ſondern zum Nutzen der Seeleute, geſchrieben habe, als wenn die Irrthümer in den Lagen der Sterne den Seeleuten gleichgültig wären. Man bemerke die Langſamkeit der Fortſchritte der Kenntniſſe: hier iſt ein Mann, der nicht weiß, daß die Erſcheinungen des Himmels ſich verändert haben, oder wenigſtens, daß die Beſchreibungen des Aratus mangelhaft ſind; es iſt ihm nicht unbekannt, daß Hipparch das Gedicht und die Fehler des Aratus lebhaft getadelt, aber er weiß noch nicht, daß derſelbe Hipparch, ſieben oder acht hundert Jahre vor ihm, die Bewegung der Sterne in der Länge entdeckt hat; daß dieſe von Ptolemäus beſtätigte Bewegung im Almageſte aufgezeichnet iſt. Alles dieß war ihm unbekannt; und doch ſchließt man zuweilen aus der Kenntniß eines Faktums auf die Kenntniß eines andern; und auf die Art kann ſelbſt ein ſcharfſinniger Kritiker fehlen.

a) De fabric. ſphaerae Arati.

Ende des erſten Bandes.

Staatliche Bibliothek Bamberg

Taf. I.



Taf. II.

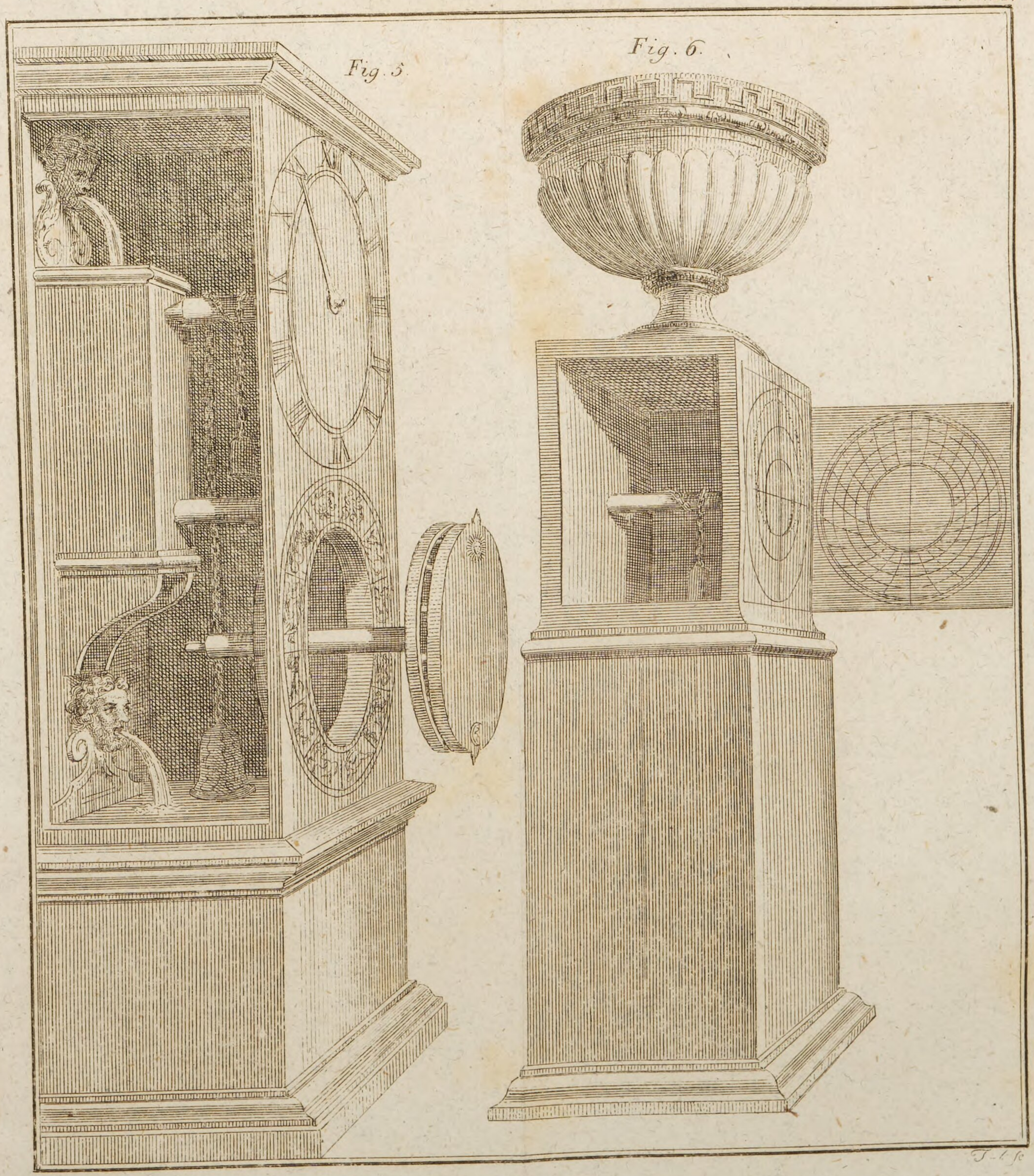


Fig. 7. a.

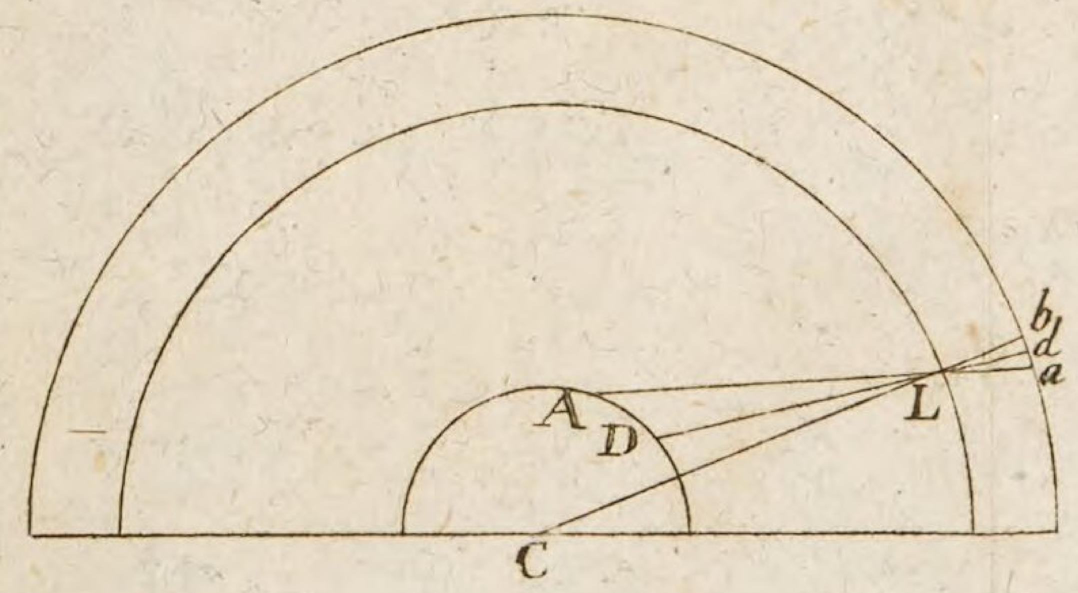


Fig. 8.

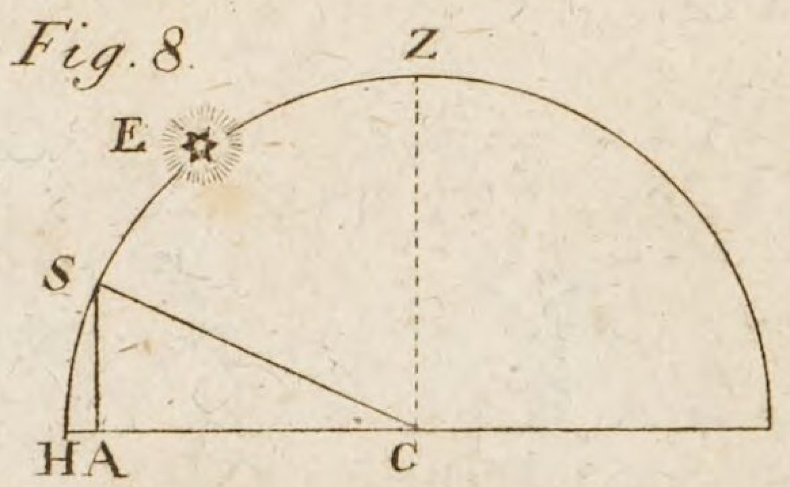


Fig. 9.

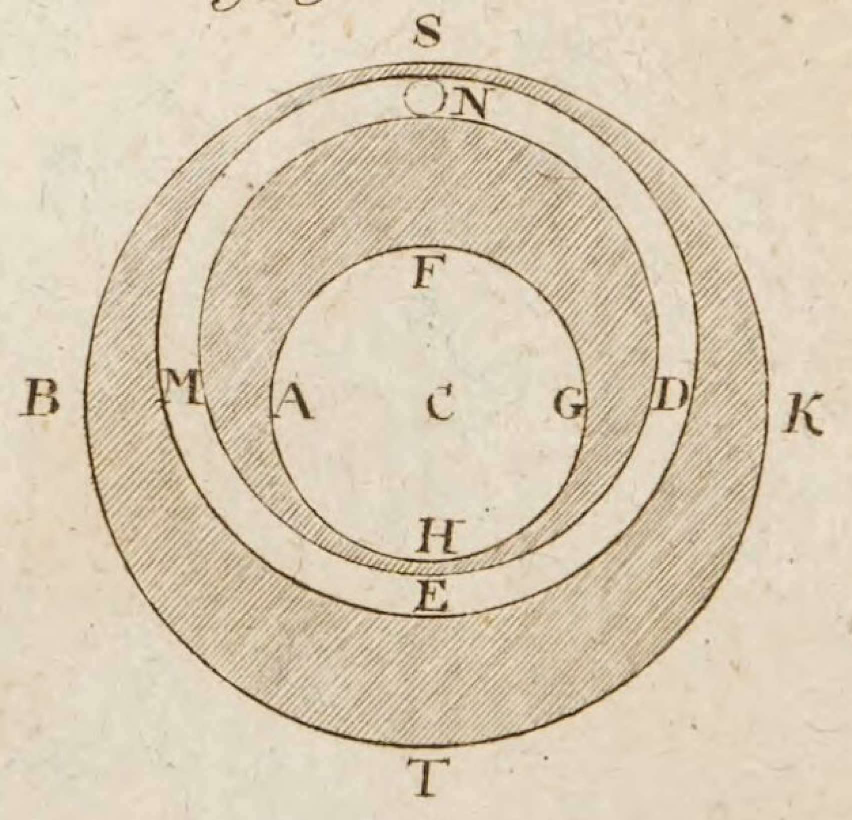


Fig. 7. b.

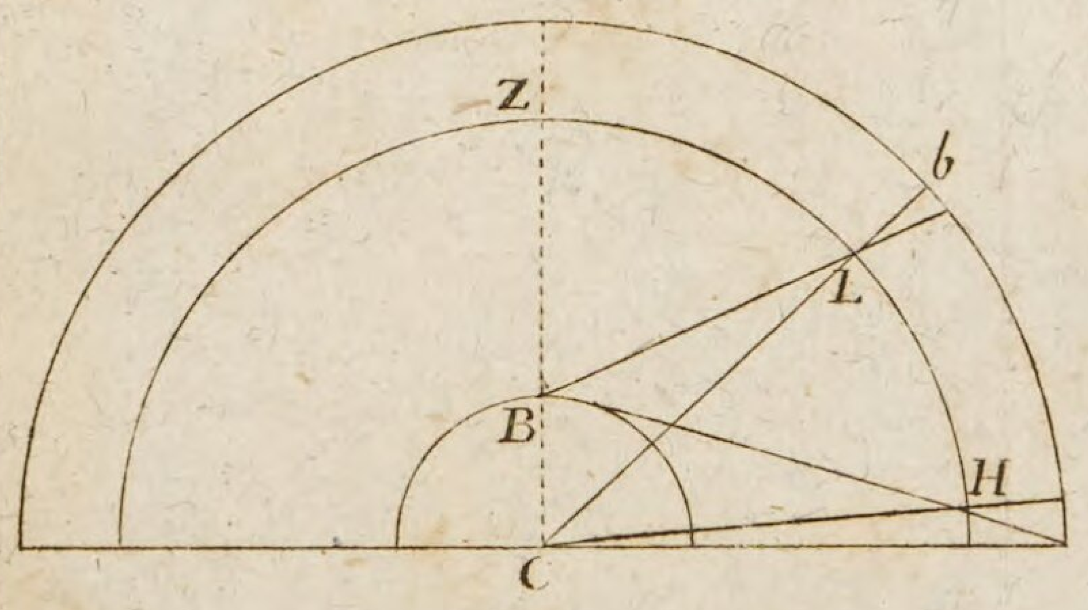


Fig 11.

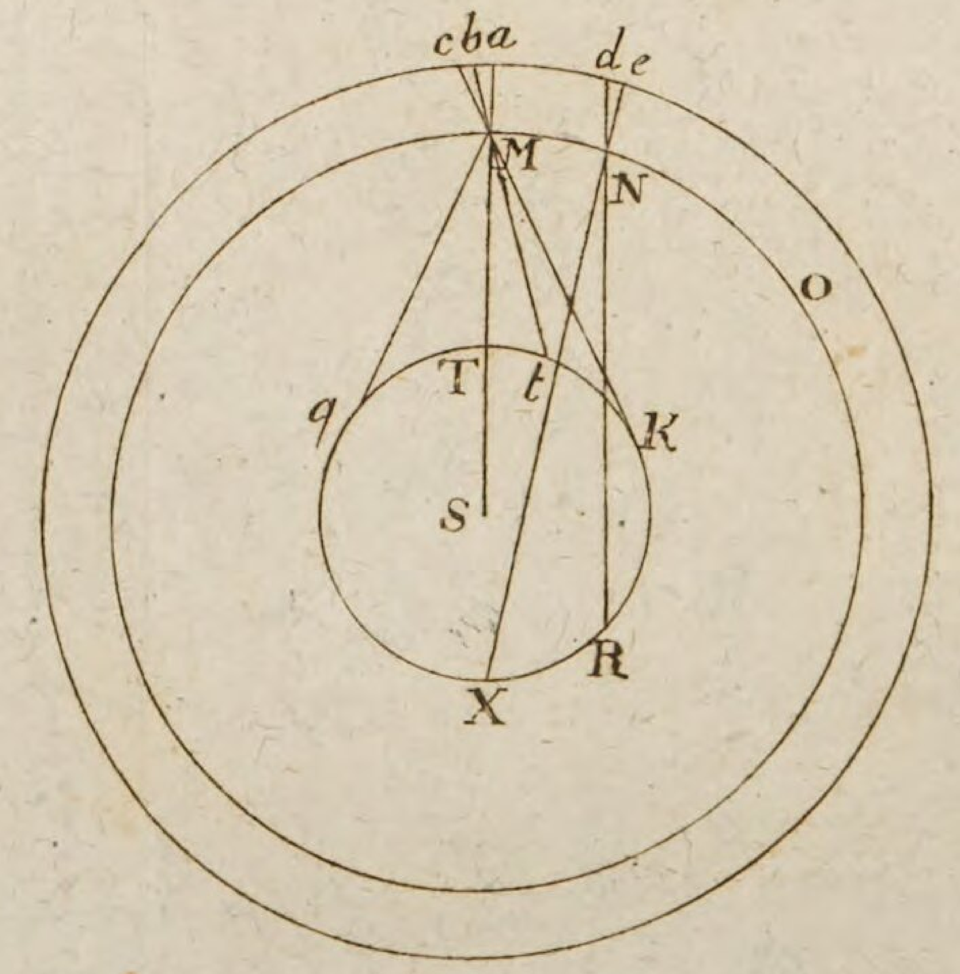
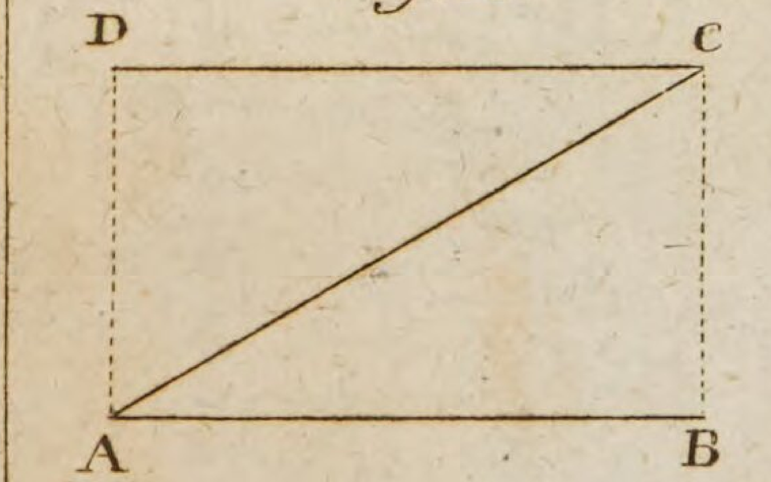
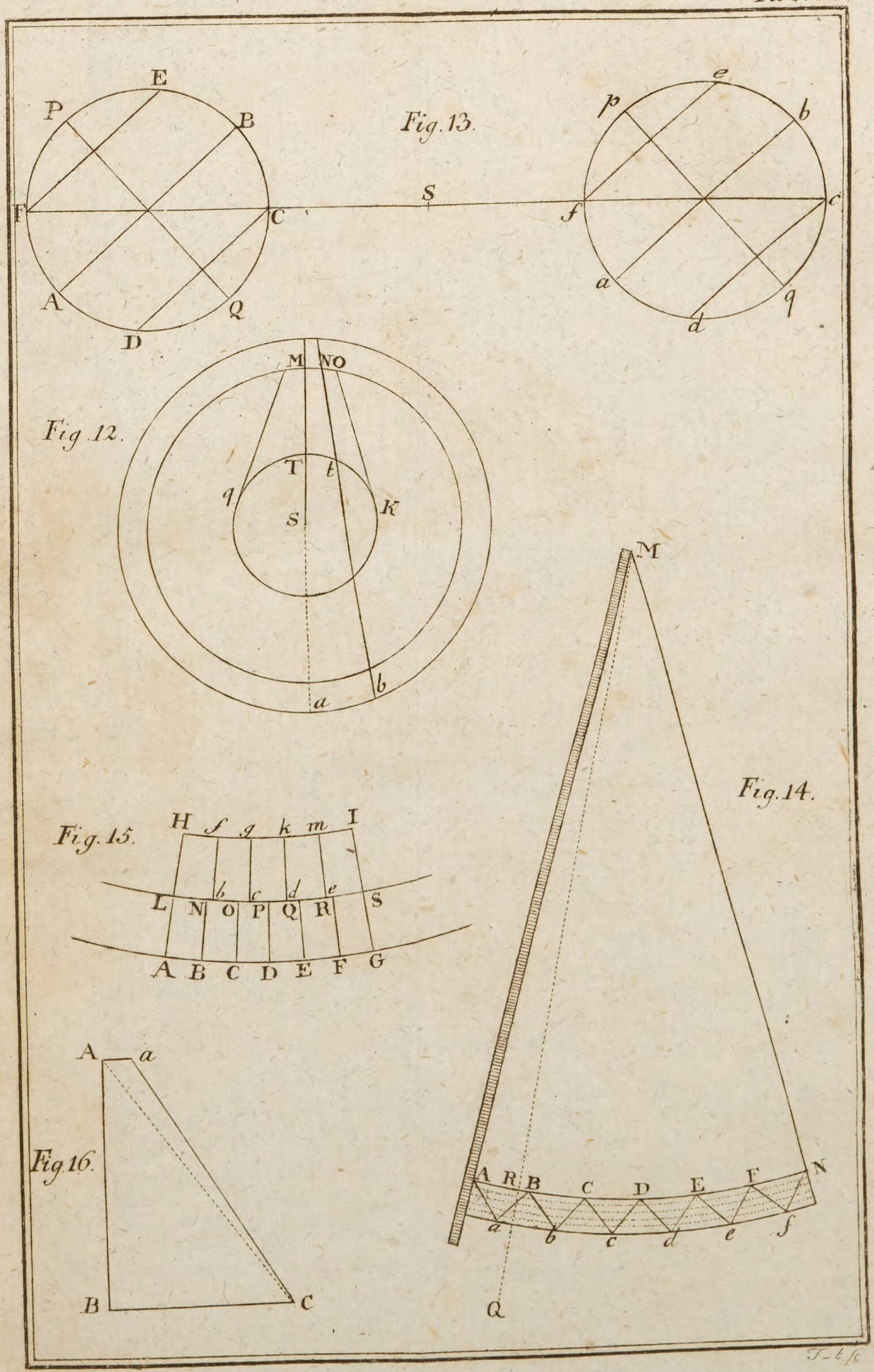


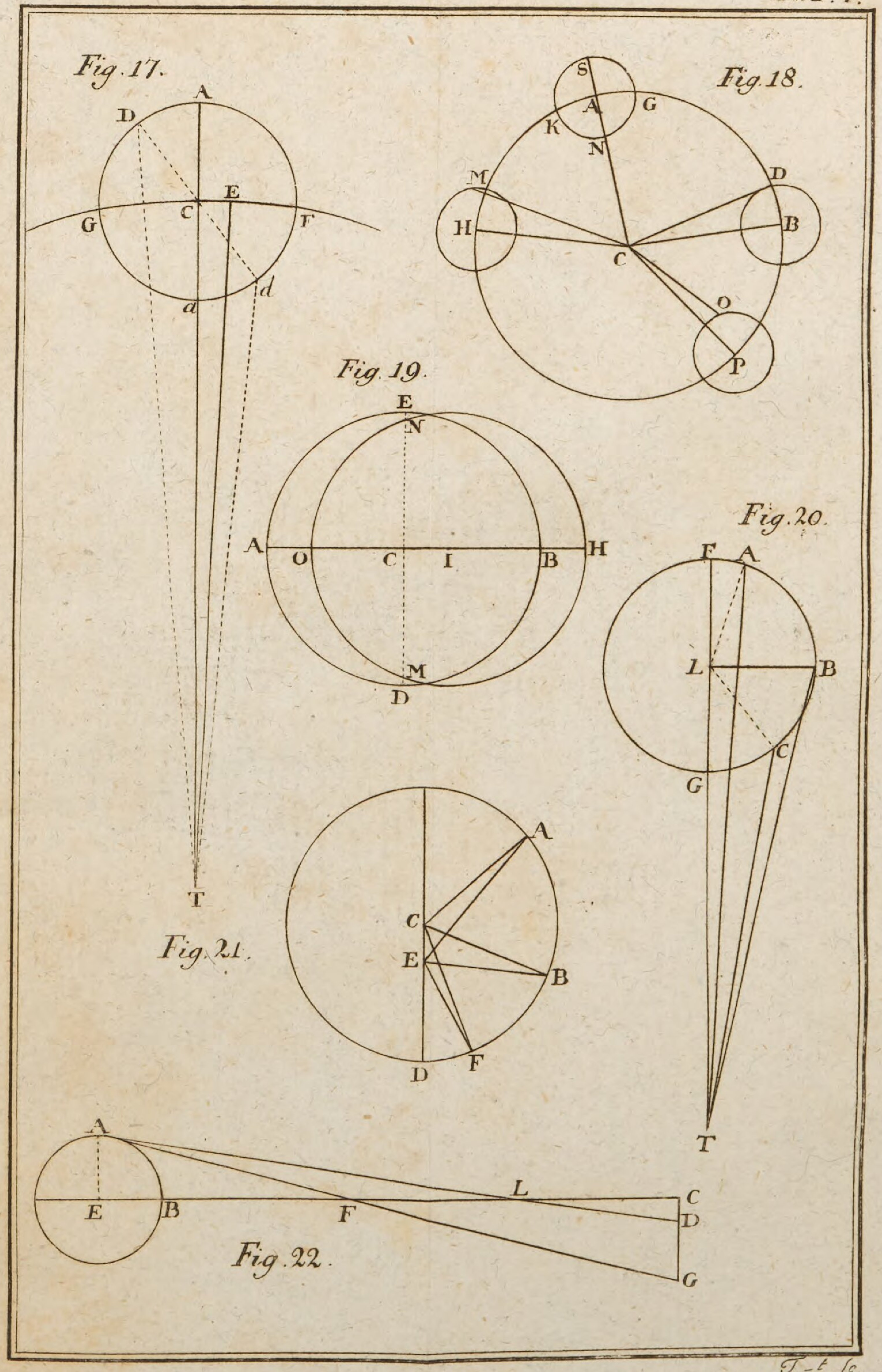
Fig. 10.



Taf. IV.



Taf. V.



T—t sc.

Fig. 23.

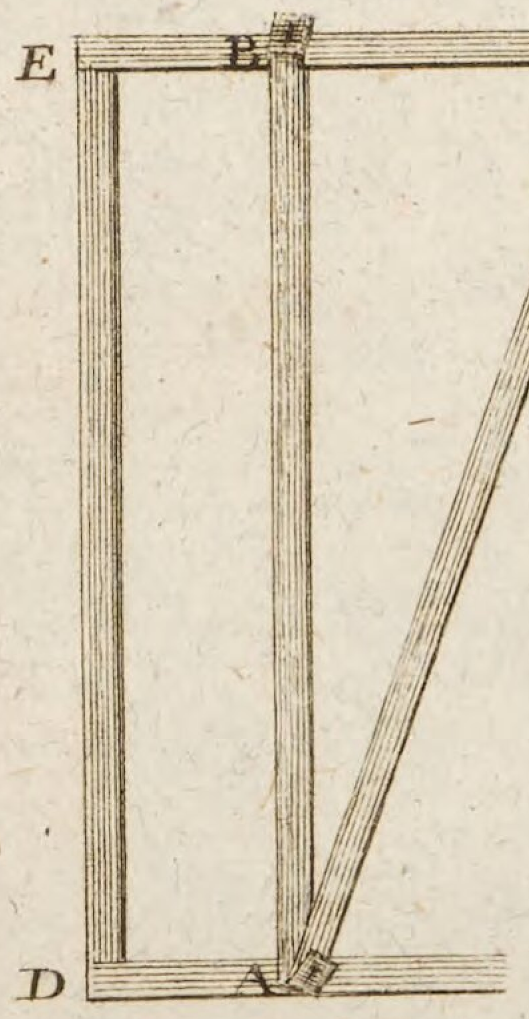


Fig. 24.

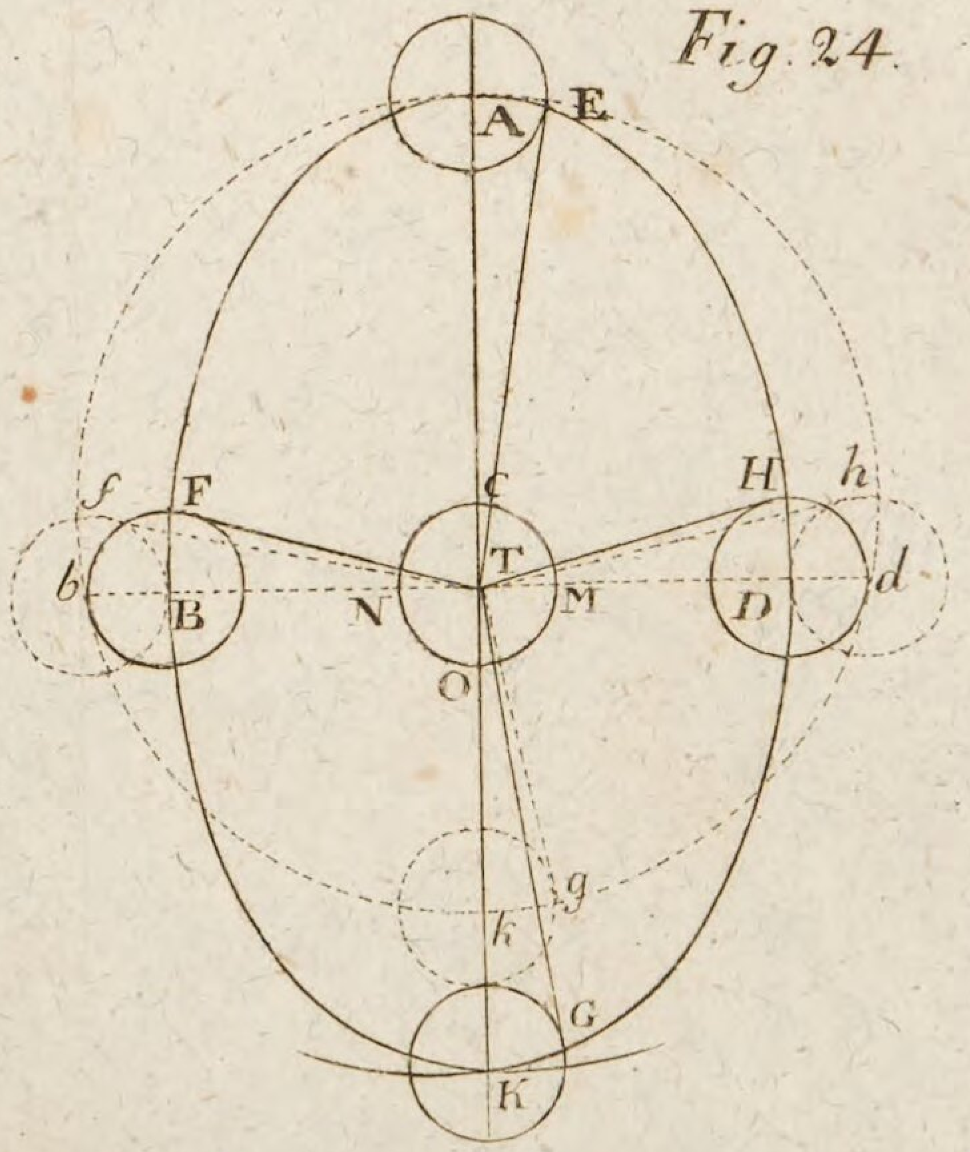


Fig. 25.

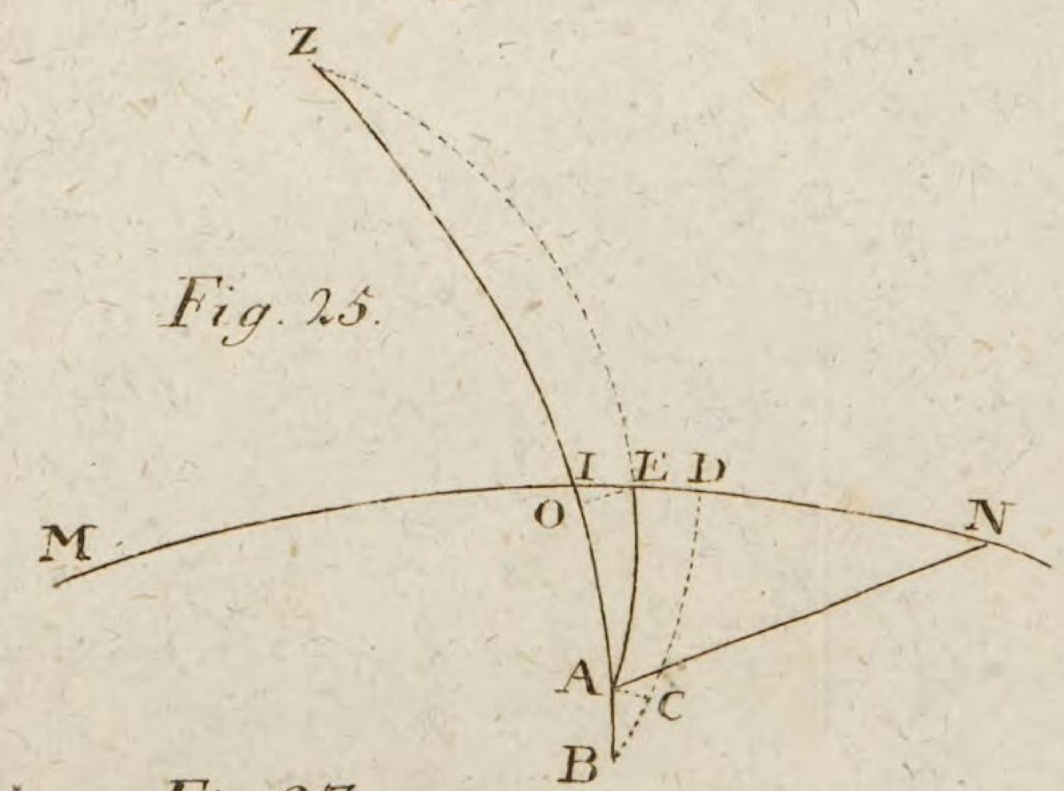


Fig. 26.

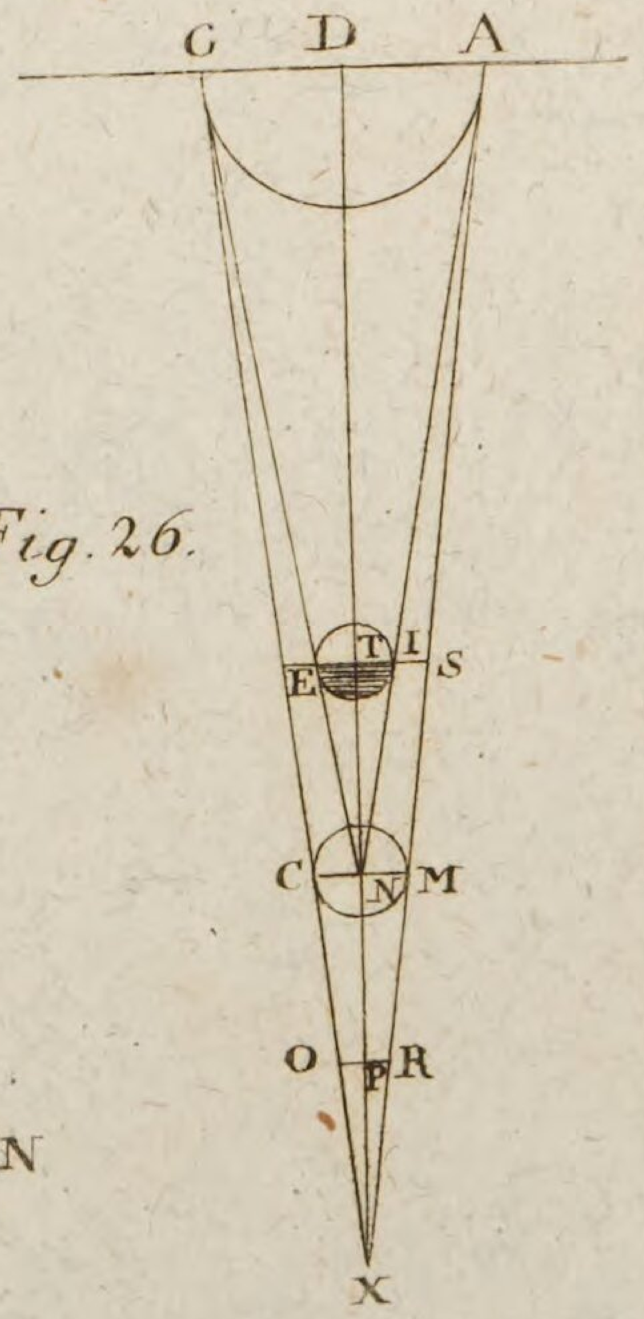
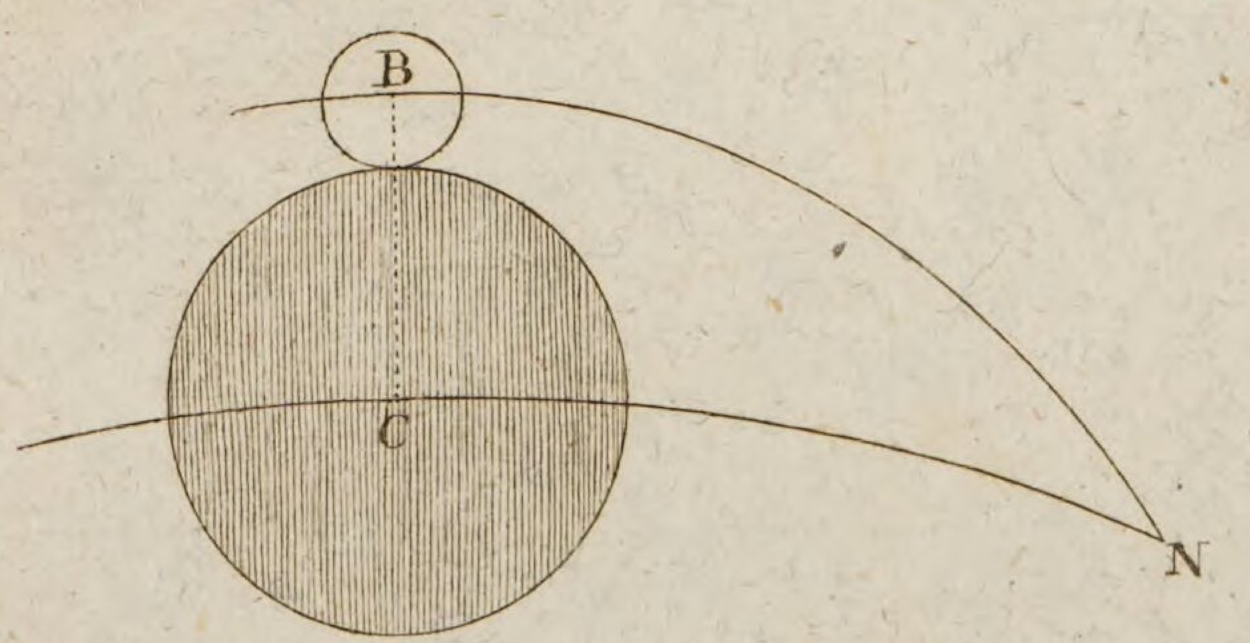
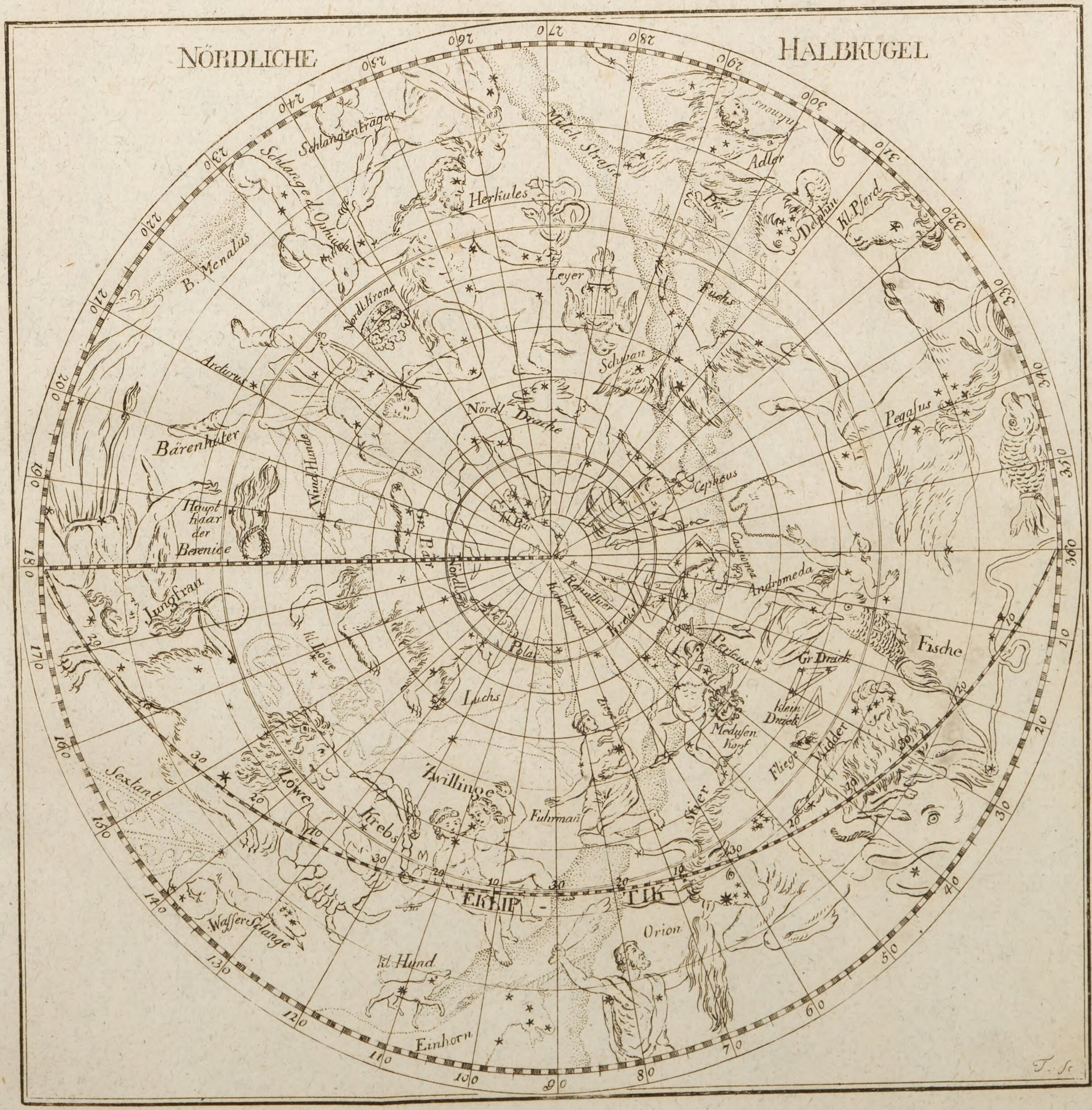
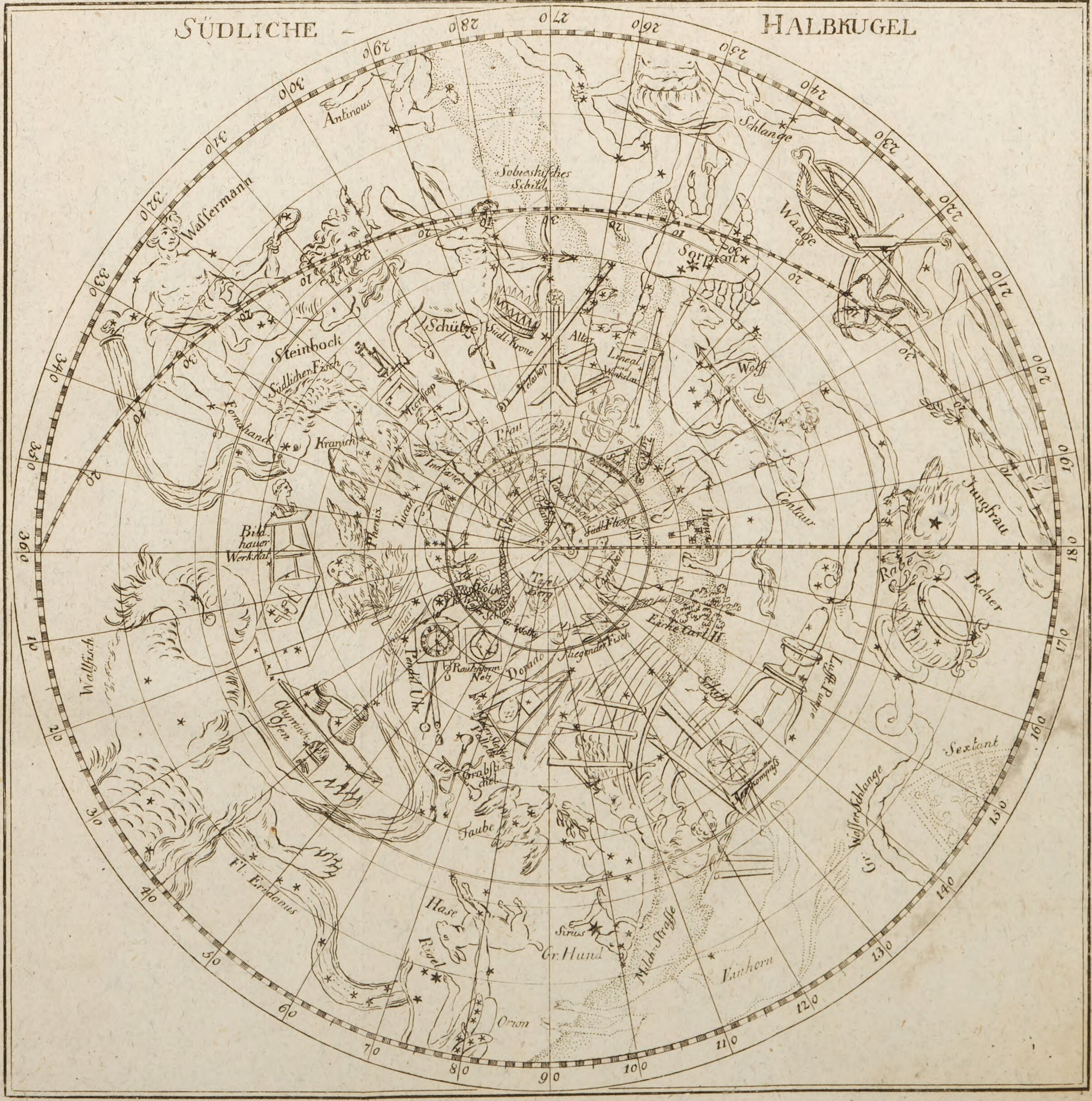


Fig. 27.

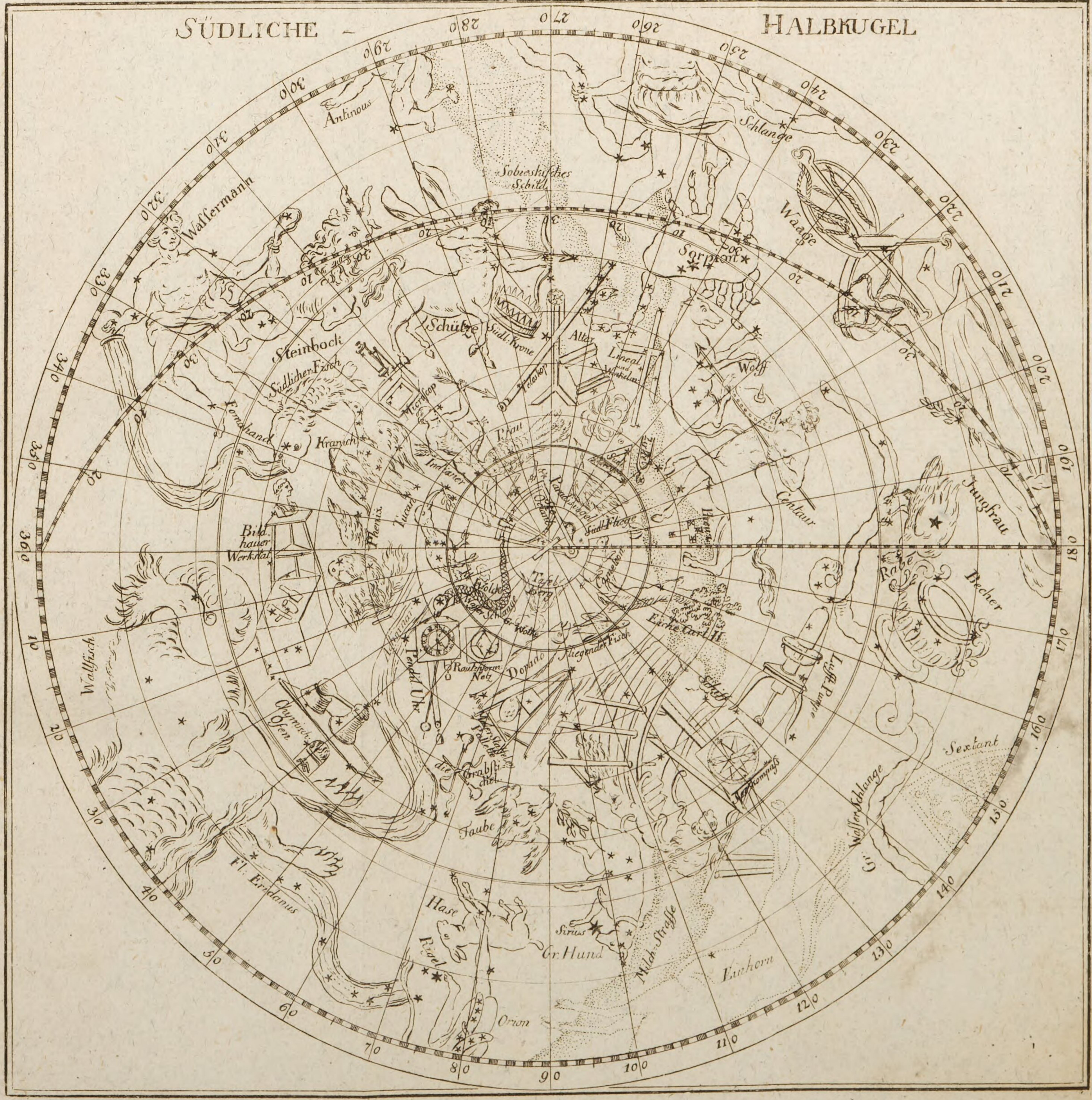



NÖRDLICHE
HALBKUGEL
Schlangenträger
Schlange d. Ophiuchs
Herkules
Milch Straſse
Adler
Pfeil
Delphin
Kl. Pferd
B. Menalus
Nördl. Krone
Leyer
Fuchs
Schwan
Arcturus
Bärenhüter
Nördl. Drache
Pegaſus
Cepheus
Haupt haar der Berenice
Wind Hunde
Cassiopea
Andromeda
Jungfrau
Fische
kl. Löwe
Luchs
Perseus
Gr. Drach
Medusen Kopf
Zwillinge
Widder
Sextant
Löwe
Krebs
Fuhrman
Stier
Orion
Waſser Schlange
kl. Hund
Einhorn

Taf. VIII.


SÜDLICHE - HALBKUGEL
Antinous
Schlange
Sobieskisches Schild
Wassermann
Waage
Scorpion
Steinbock
Schütze
Altar
Wolf
Kranich
Pfau
Centaur
Jungfrau
Bild. hauer Werkstat
Becher
Schiff
Sextant
Taube
Fl. Eridanus
Hase
Sirius
Gr. Hund
Orion
Einhorn

Taf. VIII.


SÜDLICHE - HALBKUGEL
Antinous
Schlange
Sobieskiſches Schild
Waage
Waſſermann
Scorpion
Steinbock
Schütze
Südl. Krone
Altar
Lineal und Winkelm.
Wolf
Südlicher Fiſch
Kranich
Pfau
Centaur
Jungfrau
Bildhauer Werkſtat
Phönix
Rabe
Becher
Tafel Berg
Fliegender Fiſch
Carls Herz
Wallfiſch
Dorado
Luft Pumpe
Chymiſch. Ofen
Schiff
Sextant
Taube
Hase
Fl. Eridanus
Sirius
Gr. Hund
Milch Straſſe
Einhorn
Gr. Waſſerſchlange
Orion

Taf. IX.

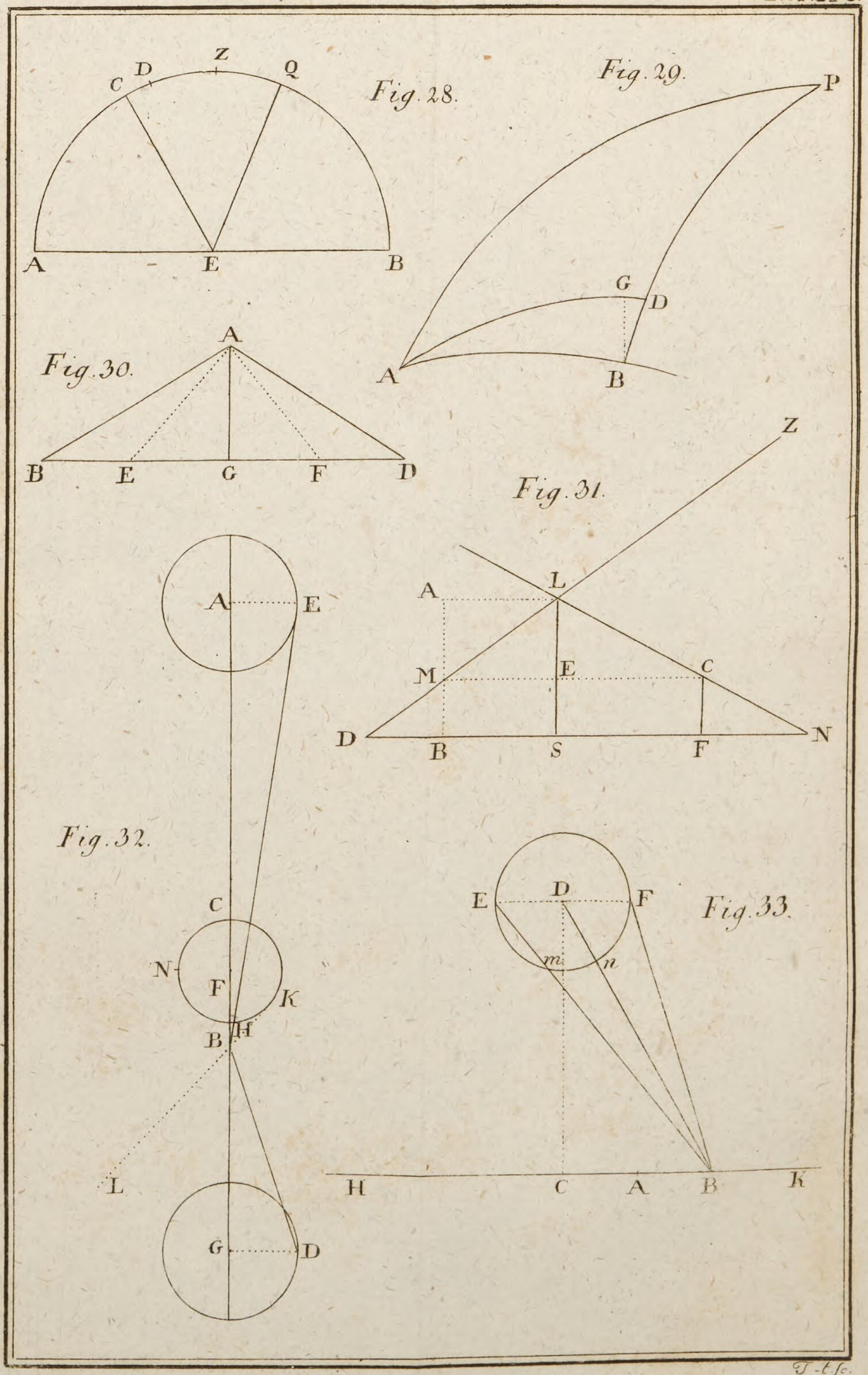


Fig. 28.
C D Z Q
A E B
Fig. 29.
P
G D
A B
Fig. 30.
A
B E G F D
Fig. 31.
Z
L
A
M E C
D B S F N
Fig. 32.
A E
C
N F K
B H
L
G D
Fig. 33.
E D F
m n
H C A B K

T-t sc.

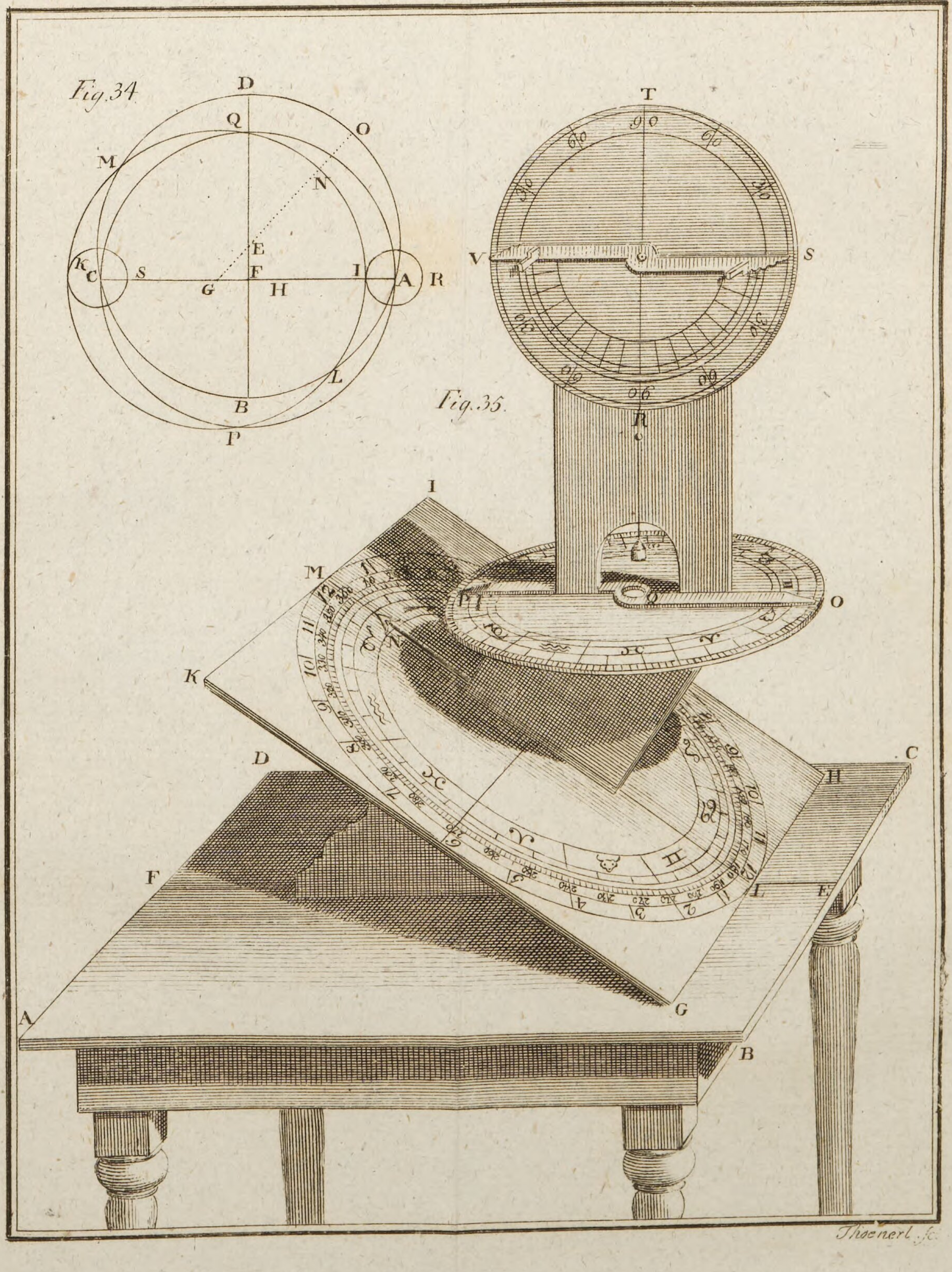


Fig. 34.
Fig. 35.
Thoenerl sc.

Fig. 36.

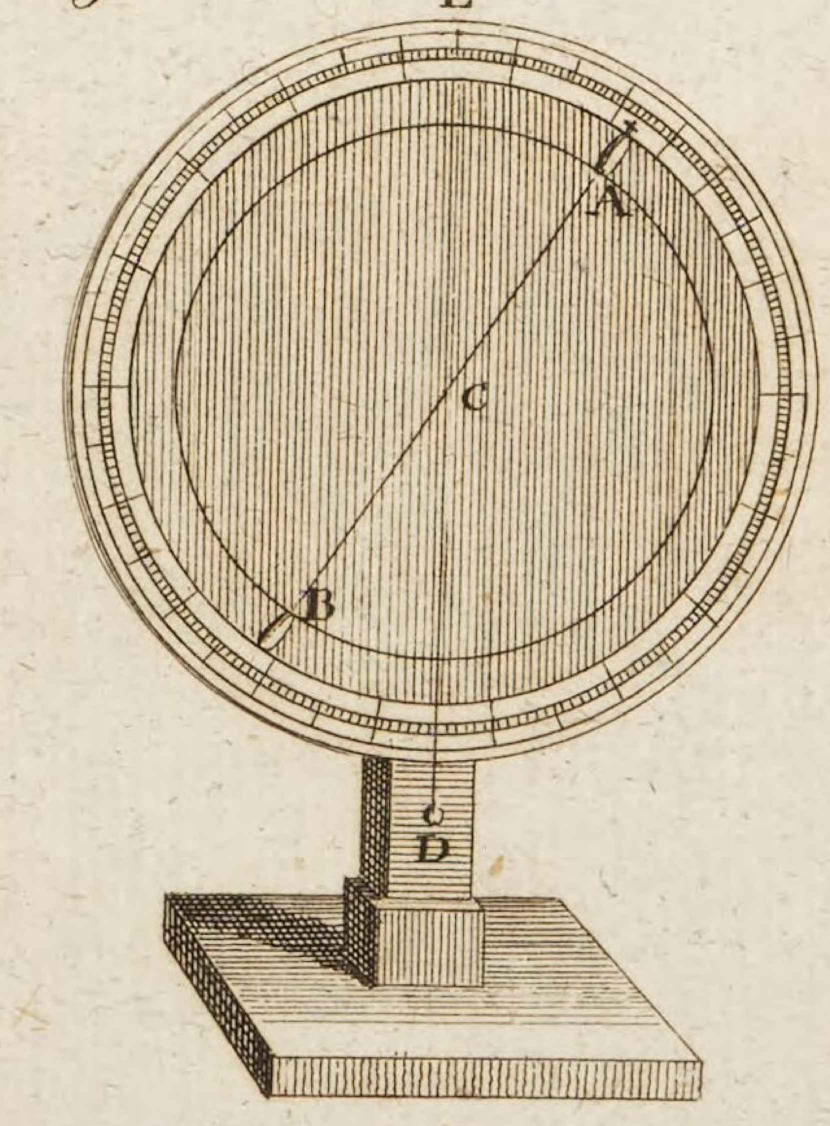


Fig. 37.

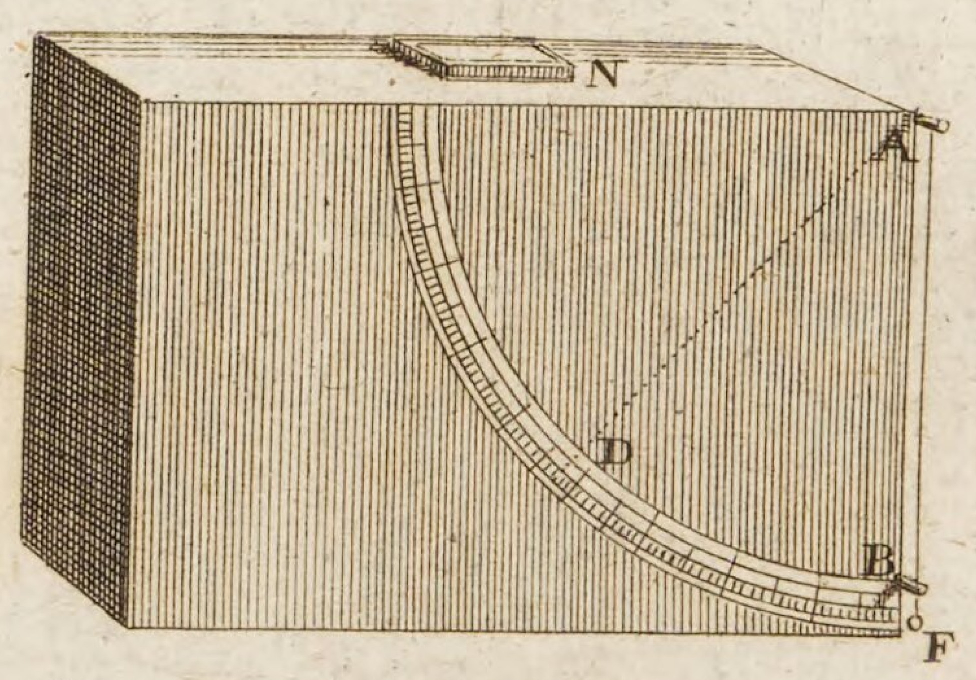
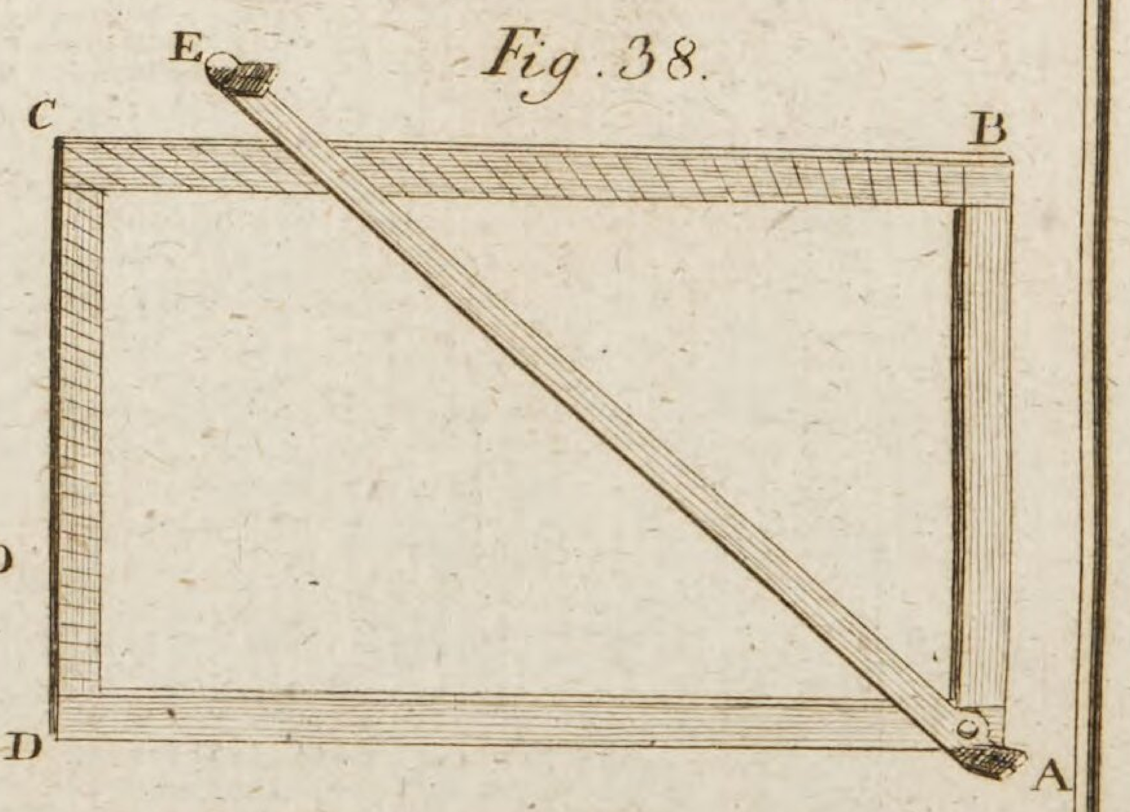


Fig. 38.



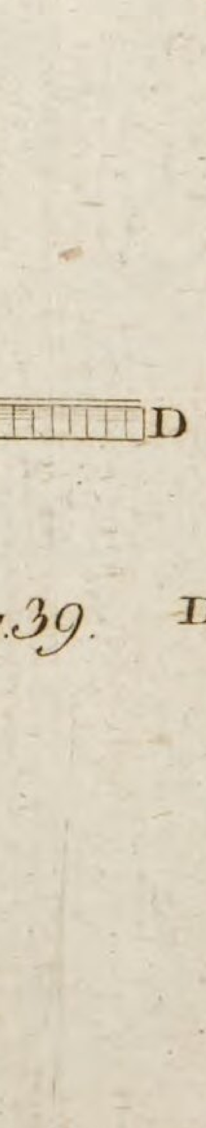


Fig. 39.

Fig. 40.

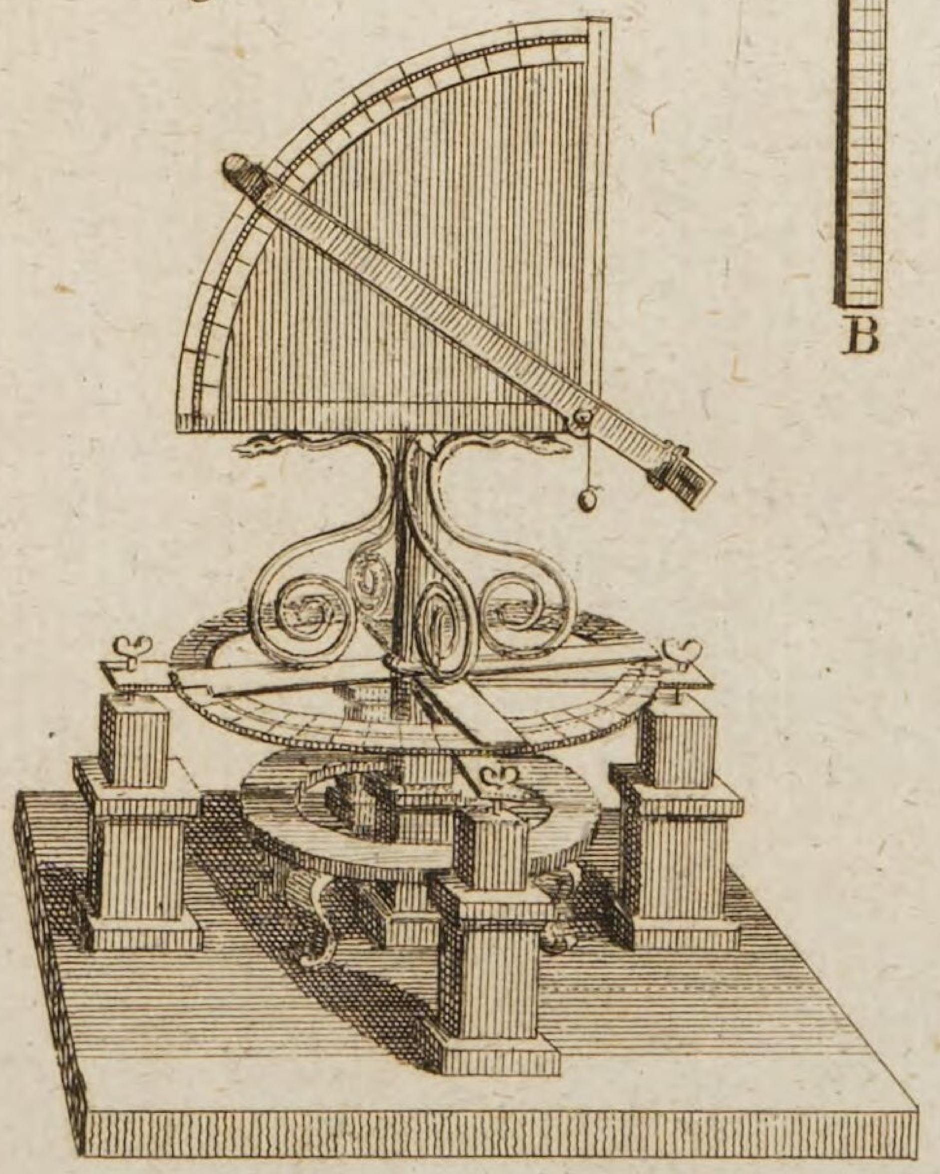
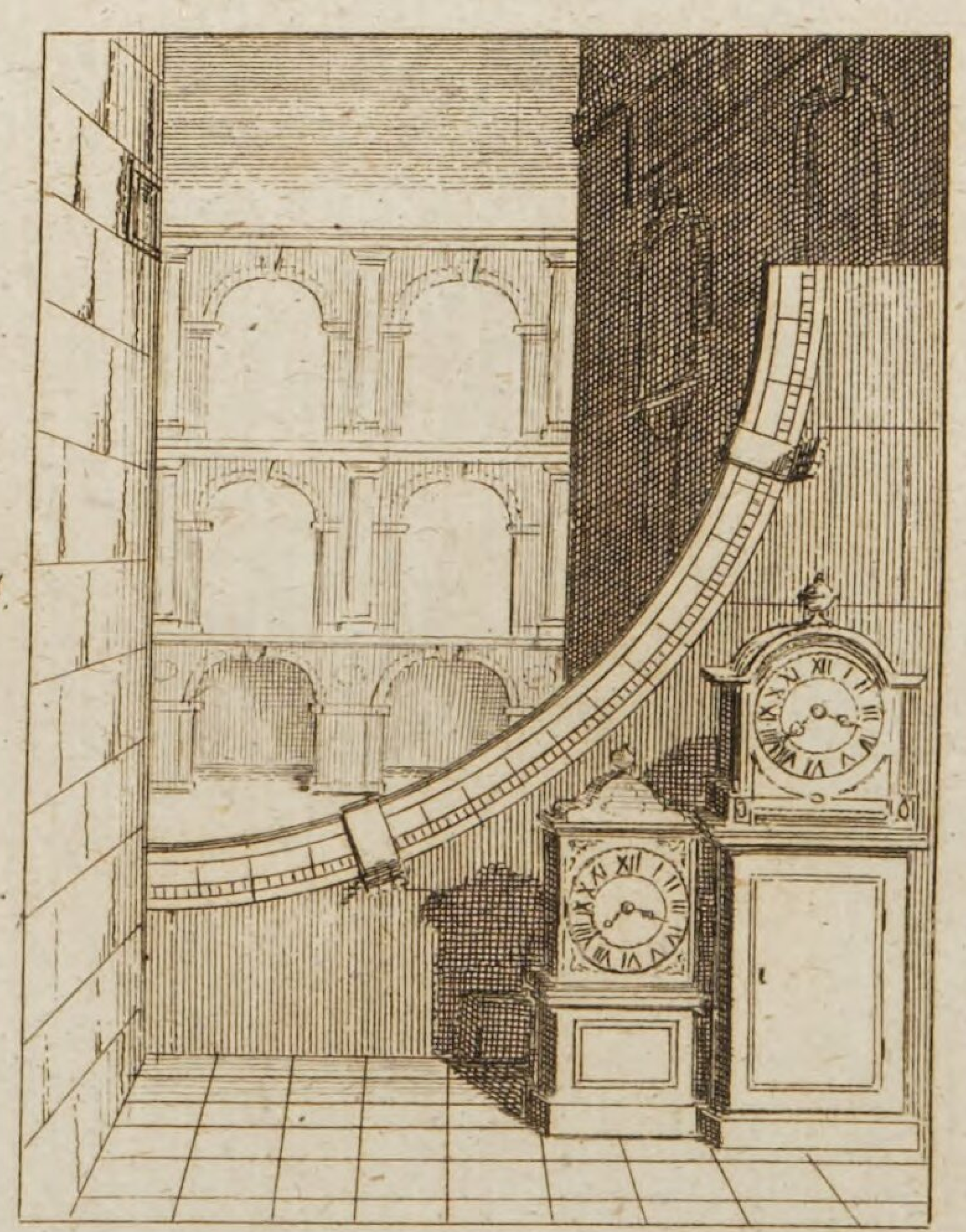
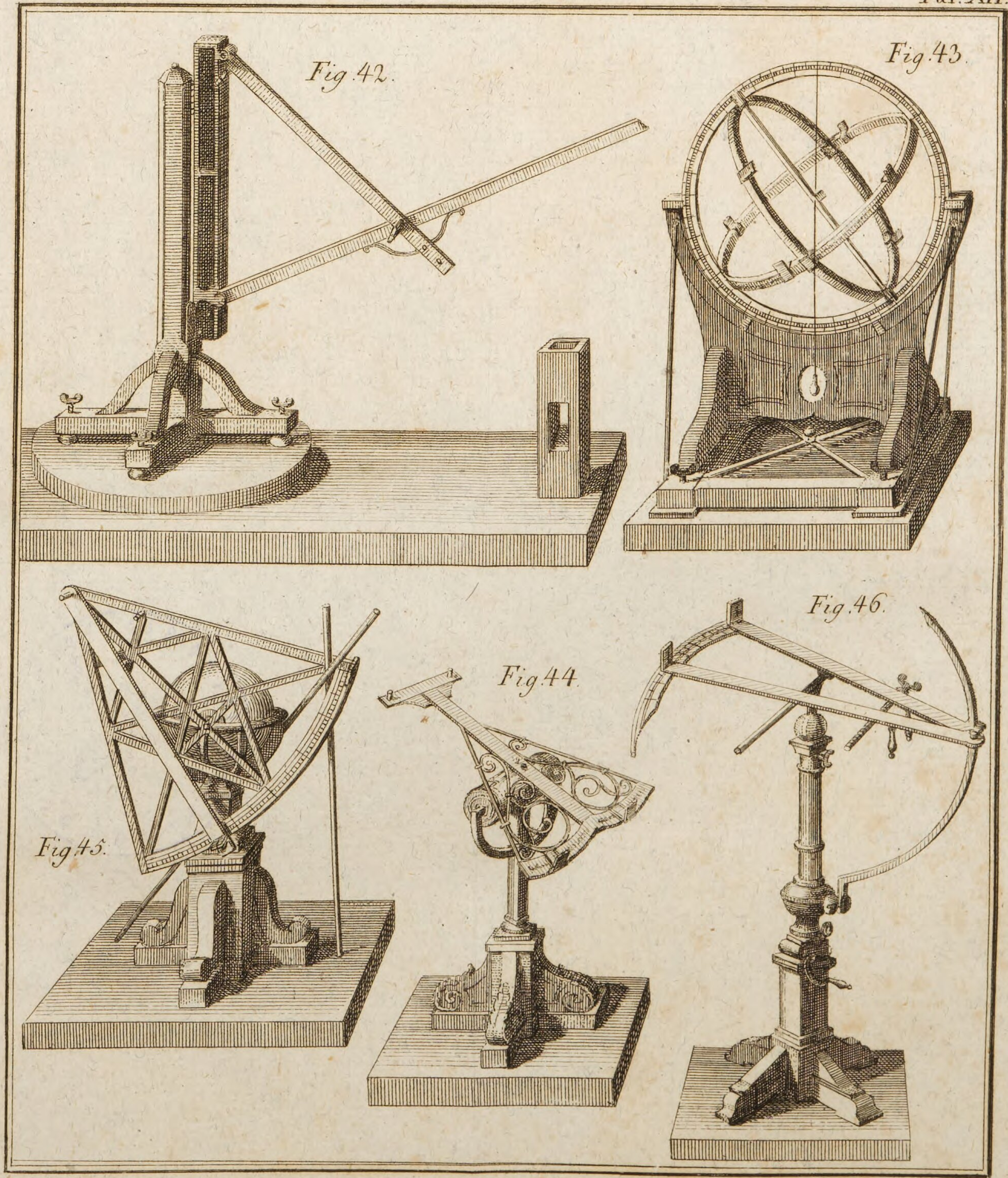


Fig. 41.



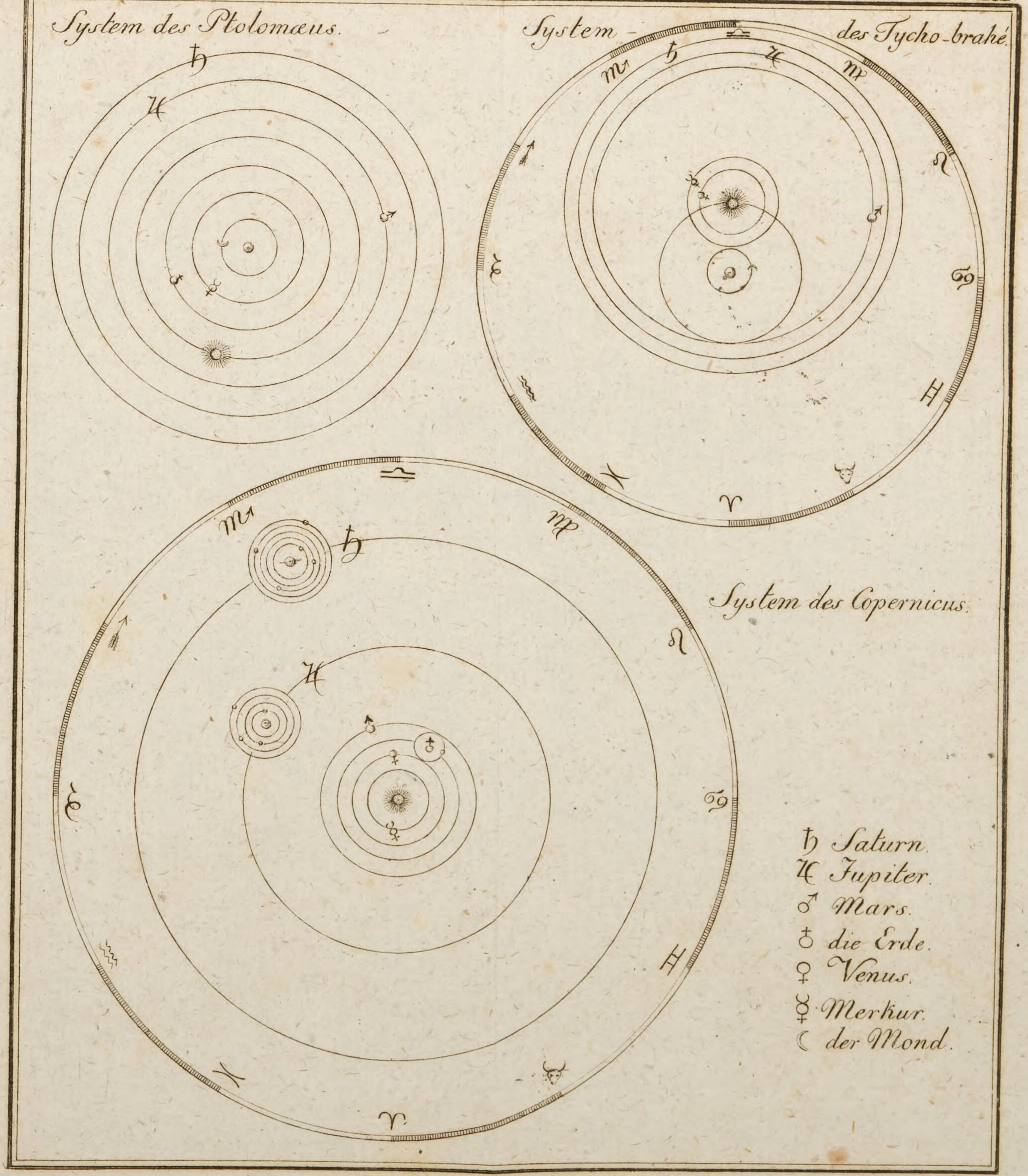
T–t sc.

Taf. XII.



T sc.

Taf. XIII.



T-t sc

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Bailly, Jean Sylvain,

Bailly's Geschichte der neuern Astronomie

Bd.: 1

1796

Bamberg, Staatsbibliothek -- Astr.o.3(1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11830860-9